



Instituto Politécnico de Setúbal

**Mestrado Eng. Produção**  
**2010/2011**

**MANUTENÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO  
DE POLIAMIDAS COM FIBRA DE VIDRO**

Luís Manuel Dias Esteves - Aluno nº090266012

Orientador: Professor Doutor Filipe José Didelet Pereira

Trabalho Final no âmbito da unidade curricular: Projecto Final II

14 de Abril de 2012

*Aos meus filhos,*

*Rui e Tiago.*

*Querer é poder.*

*Com trabalho e dedicação, conseguireis tudo aquilo a que vos propuserdes.*

### **Agradecimentos:**

Ao Prof. Doutor Filipe José Didelet Pereira, pela orientação que me deu ao longo deste trabalho, pelos conselhos que me deu e pela disponibilidade que sempre teve para comigo,

Obrigado

Aos meus filhos Rui e Tiago, pelo incentivo que me deram quando me propus fazer este mestrado e semanalmente quando se interessavam pelo desenvolvimento deste trabalho,

Obrigado

À minha esposa Celeste, pelo apoio que me deu ao longo destes dois anos, dando-me a confiança que precisava para nunca desistir,

Obrigado

Aos meus colegas do Instituto Politécnico de Setúbal, pelo apoio que me deram ao longo destes dois anos que passámos juntos e que me motivaram a continuar,

Obrigado

## RESUMO

O tema Manutenção, seja qual for o objecto, é sempre um tema actual. Num tempo em que o mais importante é maximizar a produção e minimizar os custos dessa mesma produção. A Manutenção adquire assim uma importância progressivamente crescente, sendo o factor que diferencia as empresas. Umas têm e outras não têm. Contudo não basta ter uma Manutenção organizada. É preciso ter a manutenção adequada aos equipamentos que a empresa usa no seu processo produtivo.

A Manutenção adequada é aquela que vai permitir a utilização dos equipamentos por mais tempo, ao mais baixo custo, preservando a qualidade da produção, contribuindo para o bom desempenho e preservando os equipamentos.

Para o caso concreto deste trabalho através do tratamento dos dados disponíveis nos registos de Manutenção de um molde, foram identificados os intervalos entre intervenções de Manutenção Preventiva Sistemática e a frequência com que cada um ocorreu.

O estudo estatístico aos dados disponíveis, identificou o intervalo médio mais frequente entre intervenções. A comparação da duração do intervalo identificado, com o tempo médio de duração das acções de manutenção curativa permitiu concluir qual o tipo de manutenção mais adequado para o molde em estudo.

Os resultados desta análise, apontam para a adopção de um método de manutenção que passa pelo uso sistemático da Manutenção de Ronda e pela Manutenção Condicionada, como sendo a manutenção economicamente mais eficaz.

Palavras chave: Manutenção. Manutenção Preventiva Sistemática. Manutenção de Ronda.

## ABSTRACT

The theme “Maintenance” whichever its objective is always current. In a time when the most important is to maximize production whilst minimizing cost, maintenance therefore acquires a progressively increasing importance, being a differentiating factor. Some companies have it some don't! However, having an organized Maintenance is not enough. One needs it to be adapted the equipments used in the productive process.

An adequate Maintenance allows equipments to be used for longer periods, at low cost whilst keeping the same production quality. Also it contributes for a good performance and safeguards the equipments.

In this case, the available data gathered from the maintenance records of the mould allowed us to identify the intervals as well as the frequency that the Systematic Preventive Maintenance occurred.

Using statistic analysis, the most frequent medium interval between services was identified. Comparing the value with the average time of the corrective maintenance actions allowed us to reach the most adequate method for the mould in question.

The result of this analysis points to the systematic usage of the Route Maintenance and Conditional Maintenance, as being the most cost effective method.

## **ÍNDICE**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS**

1.1 – Enquadramento e interesse do problema.....	pág. 1
1.2 – Objectivos do trabalho.....	pág.2
1.3 – Organização do trabalho.....	Pág.3

### **CAPÍTULO II**

#### **CONCEITOS UTILIZADOS E PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

2.1 - Manutenção.....	pág. 4
2.2 – Circuitos de ordem de trabalho.....	pág.12
2.3 - Preparação de trabalho.....	pág.15
2.4 – Manutenção e Fiabilidade.....	pág.20
2.4.1- Disponibilidade.....	pág.21
2.4.2- Indicadores de Manutenção.....	pág.22
2.4.2.1- Taxa de avarias.....	pág.23
2.4.2.2- MTBF.....	pág.23
2.4.2.3- MTTR.....	pág.23
2.5 – Planeamento da Manutenção.....	pág.24
2.6 – A informática na manutenção.....	pág.25

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGIA UTILIZADA**

3 – Metodologia.....	pág.27
----------------------	--------

## **CAPÍTULO IV**

### **CASO DE ESTUDO**

4 – Caso de estudo.....	pág.31
4.1 – Caracterização do molde.....	pág.33
4.2 – Modos de avaria.....	pág.37
4.2.1-Entupimento das saídas de gases.....	pág.38
4.2.2-Aparecimento de resíduos de material nas zonas de fecho do molde...	pág.39
4.2.3-Alteração/deformação da geometria das peças.....	pág.40
4.2.4-Rebarbas nas peças.....	pág.40
4.2.5-Gripados em peças móveis.....	pág.41
4.2.6-Fractura de peças frágeis.....	pág.43
4.2.7-fractura de acessórios.....	pág.44
4.2.8-Mossas na zona moldante.....	pág.45
4.3 – Frequência de ocorrência.....	pág.46
4.4 – Preparação padrão para os modos mais frequentes.....	pág.52
4.4.1 – Preparação para a Manutenção Preventiva.....	pág.53
4.4.2 – Preparação para a manutenção curativa.....	pág.54
4.5 – Definição do circuito de OT.....	pág.60

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSÕES**

5.1 - Breve resenha.....	pág.65
5.2 – Conclusões gerais.....	pág.66
5.3 – Trabalho futuro.....	pág.67

Referencias Bibliográficas

## INDICE DE FIGURAS QUADROS , TABELAS E ESQUEMAS

Esquema 1- Resumo dos tipos de manutenção.....	Pág.10
Fig. 1 – Custo de avaria.....	Pág.11
Quadro 1 - Peso de cada parâmetro para o cálculo da prioridade.....	Pág.14
Quadro 2 – Pesos e ponderação para o cálculo do índice de criticidade.....	Pág.17
Quadro 3 – Exemplo de índice de criticidade.....	Pág.18
Figura 2- Representação esquemática de um molde. “Manual do projectista” .....	Pág.33
Fig.3- Saídas de gases entupidas.....	Pág.38
Fig.4-Resíduos de material plástico nas zonas de fecho.....	Pág.39
Fig.5-Zonas de peças encalcadas (com deformação plástica) .....	Pág.40
Fig.6 - Peça com rebarba.....	Pág.41
Fig.7 - Gripado num elemento móvel.....	Pág.43
Fig.8 - Peças frágeis fracturadas.....	Pág.44
Fig.9 - Fractura de acessórios.....	Pág.45
Tabela 1: Resumo e gráfico dos resultados dos registos efectuados.....	Pág.47
Tabela 2: Estatística descritiva sobre todos os dados apresentados.....	Pág.48
Tabela 3: Estatística descritiva sobre um conjunto de dados mais restrito .....	Pág.49
Tabela 4: Estatística descritiva sobre um conjunto de dados, restrito.....	Pág.50
Esquema 2 – Ots preventivas.....	Pág.61
Esquema 3 – Manutenção curativa.....	Pág.63
Esquema 4 – Intervenção em fornecedor externo.....	Pág.64



# CAPÍTULO I

## 1-INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

### 1.1-Enquadramento e interesse do problema

Quando iniciei este Mestrado, não tinha ainda uma opção tomada sobre o tema do trabalho final. Ao longo do curso foi começando a ganhar corpo um trabalho sobre o acabamento dos moldes, mas quando comecei a ter em mãos moldes para reparar ou fazer manutenção e sem ter as informações que precisava para melhor fazer esse trabalho, decidi que seria essa área sobre a qual iria incidir o meu trabalho final de Mestrado.

A manutenção é actualmente o factor diferenciador das empresas de sucesso para as empresas na generalidade. Uma empresa com uma manutenção otimizada onde os planos de manutenção existam e sejam cumpridos, tem condições de produção completamente diferentes de uma empresa, que até pode ter bons equipamentos, mas onde este sector não tem a preponderância que deve ter.

Mais do que uma evolução tecnológica, começa a estar em causa a sobrevivência das empresas, com todas as consequências sociais e económicas que isso acarreta.

Estranhamente num país onde a indústria de moldes é uma das mais conceituadas do mundo, a temática da manutenção nos moldes, não acompanhou a evolução que a concepção e o fabrico tiveram ao longo das últimas décadas.

A indústria de moldes está particularmente bem cotada mundialmente no campo dos moldes técnicos. O fabrico deste tipo de moldes está assente num parque de máquinas sofisticadas, suportadas por um alto nível de programação e execução.

Paralelamente, a utilização em Portugal dos moldes fabricados, começa a ser uma realidade.

Os clientes estão cada vez mais a comprar as peças plásticas. Apenas recebem o molde após este ter injectado a esmagadora maioria das peças para o qual foi concebido e fabricado.

A razão principal desta opção assenta no facto de os moldes técnicos, terem por vezes, mecânicas muito complexas e modos de operar, na montagem e desmontagem que exigem operários de manutenção muito especializados. Para os clientes é preferível o

molde ser operado por quem o fez, em vez de especializar técnicos para o fazer. Não é alheio também a este modo de estar, o não ter que se preocupar com os problemas de juventude que cada molde tem.

Esta temática começa a ser particularmente importante na fase de projecto. Em algumas empresas a análise aos modos de falha, é estudada logo na fase da concepção, com o objectivo de aumentar a disponibilidade do molde quando este estiver em produção.

Estas preocupações na fase de projecto e de fabrico, vão criar condições para que em utilização os moldes tenham uma maior eficácia.

Neste contexto, a manutenção começa, tardiamente, a ser importante para as empresas que fazem a injeção de plásticos.

Os moldes técnicos, com mecânicas cada vez mais complexas, requerem uma supervisão efectiva desde o 1º dia, de acordo com um plano pré-definido.

A existência de Planos de Manutenção que acompanham o molde para onde quer que ele vá, e o seu cumprimento, dão o suporte necessário para racionalizar permanentemente a utilização.

## **1.2-Objectivos do trabalho**

Constataram-se várias situações onde era visível o estado de degradação a que chegaram alguns moldes, por falta de manutenção. O objectivo do trabalho consistirá assim, em criar uma metodologia para as acções de manutenção de todos os moldes de injeção de poliamidas com fibra de vidro. Através desta metodologia pretende-se otimizar e racionalizar as acções de manutenção definindo ao mesmo tempo, qual o tipo de manutenção mais adequado, ao caso de estudo que vai ser abordado.

É objectivo ainda criar condições para que esteja disponível a maior quantidade possível de informação aquando das acções de manutenção.

A situação actual tem associados custos elevados que são função do estado de degradação a que chegam alguns moldes. Com a introdução da metodologia proposta, haverá com certeza redução de custos associados.

### **1.3- Organização do trabalho**

Este trabalho está dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo consta da introdução ao trabalho, na qual é feito o enquadramento do problema. Ainda neste capítulo são apresentados os objectivos e a organização do trabalho.

No segundo capítulo serão abordados os vários conceitos utilizados, e a pesquisa bibliográfica. São apresentados também em pormenor os vários tipos de Manutenção, o modo de gerar uma Ordem de trabalhos, o modo de Preparação da Manutenção, o Planeamento e a Fiabilidade dos equipamentos.

No terceiro capítulo será apresentada a metodologia utilizada.

No quarto capítulo será apresentado o caso de estudo que incidirá sobre o historial de intervenções no molde nº105 da João de Deus e Filhos SA.

No quinto capítulo, serão apresentadas a síntese e as conclusões gerais do trabalho.

## CAPÍTULO II

### 2.CONCEITOS UTILIZADOS E PESQUISA BIBLIOGRAFICA

#### 2.1- Manutenção

A definição AFNOR (NF X 60-010 Juin 1984) especifica a Manutenção, como sendo o *“Conjunto de acções que permitem manter ou restabelecer um bem, num estado especificado, ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado”*. Uma boa Manutenção é assegurar estas operações por um custo global mínimo.

Já a NP (Norma Portuguesa) define manutenção como *“combinação das acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para optimização dos seus ciclos de vida”*, entendendo-se por bem, o produto concebido para assegurar uma determinada função. A manutenção traduz-se, portanto, no conjunto de reparações, para compensar a deterioração e os desgastes provocados pelo movimento relativo de peças, pela oxidação ou perda de função, dos equipamentos, materiais ou dos seus elementos protectores.

De acordo com a NP designa-se por avaria, *a ocorrência que determina a degradação ou cessação da aptidão de um bem, para desempenhar uma função requerida*.

Segundo Ferreira (1998), a manutenção começa muito antes da 1ª avaria. Começa na fase de projecto e tem uma tripla missão:

- Vigilância permanente ou periódica;
- Acções paliativas e reparações;
- Acções preventivas com recolha e tratamento dos dados fornecidos pelas acções desenvolvidas.

A última missão é o determinar o momento económico de terminar as acções curativas, correctivas e preventivas no equipamento, e participar na selecção de um novo.

A função Manutenção está intimamente ligada à gestão de Produção.

O tipo de Gestão vai definir o tipo de manutenção mais adequado para o sistema.

Ainda segundo Ferreira (1998), para trabalhar em *just-in-time* ou Qualidade Total, por ex., é exigida a eliminação total dos problemas e avarias das máquinas. Estas técnicas de produção impõem o recurso a técnicas de manutenção mais evoluídas que permitam obter dos equipamentos a disponibilidade necessária. O tempo de indisponibilidade de um processo é economicamente mais crítico, que sobre um parque de máquinas em linha. Os equipamentos são mais caros e têm tempos de amortização mais pequenos. São cada vez mais complexos e por consequência são utilizados de forma mais intensa.

A função Manutenção evoluiu ao longo dos tempos. Passou de conservação para manutenção.

Na conservação o objectivo é reparar para assegurar a continuidade da produção enquanto que na manutenção o objectivo é escolher os meios de prevenir, corrigir ou renovar um parque, segundo um critério económico a fim de otimizar o custo global da posse de um equipamento.

## **Tipos de Manutenção:**

Ferreira (1998) afirma que a manutenção pode ser Curativa ou Preventiva.

### **Manutenção Curativa**

A manutenção curativa pode ser paliativa (desenrascar) ou curativa.

Segundo Pereira (2011), a Manutenção paliativa e curativa referem-se a situações onde se pretendem eliminar os estados de avaria verificados, sem haver preocupação em melhorar os componentes que estiveram na origem das avarias para diminuir a frequência, a gravidade, ou até mesmo eliminar uma ocorrência futura.

A Manutenção curativa repara completamente o equipamento, devolvendo-o integralmente à condição anterior, enquanto que na paliativa a preocupação é apenas o devolver a funcionalidade perdida de um modo transitório, visando garantir que o equipamento consiga satisfazer um compromisso, deixando para mais tarde a reparação definitiva do problema numa forma curativa ou correctiva.

Este tipo de manutenção é efectuado após uma falha, entendendo-se por falha a alteração ou cessação de funções de um bem em relação ao que lhe é requerido. A falha pode ser parcial ou completa. Assim:

- É parcial se o equipamento não estiver a operar/cumprir ao ritmo que estava inicialmente previsto.
- É completa se houver cessação das funções.

Segundo Didelet (1994) a manutenção correctiva é aquela que é executada, visando a reparação completa do problema, actuando também na correcção dos pormenores do equipamento, que originaram a avaria, visando a melhoria destes, de modo a diminuir a sua frequência ou gravidade ou até mesmo eliminar a ocorrência futura.

A Manutenção correctiva, diz-se curativa, se o objectivo é dar novamente ao equipamento as qualidades perdidas e que são necessárias à sua utilização.

Para Ferreira (1998), a manutenção curativa, enquanto método único, é a existente tradicionalmente, na esmagadora maioria das empresas. É caracterizada pela reacção ao problema (só após o problema ocorrer é que se vai analisar, planear e fazer novo, o que se precisa).

A sua utilização, assenta em três pontos:

- Quando os custos indirectos das avarias são pequenos;
- Quando não existem problemas de segurança;
- Quando as avarias não afectam de forma critica a produção.

Se o objecto é verdadeiramente a correcção ou reparação de uma avaria, as etapas das acções a desenvolver são as seguintes:

- Análise das causas da avaria;
- Reparação;
- Correcção para eliminar a causa da avaria ou minimizar as suas consequências;
- Registo da intervenção;
- Evolução para um plano de manutenção.

Para o caso de estudo deste trabalho, este método tem plena utilização e está intimamente ligado à manutenção preventiva condicionada, que entra neste contexto através da análise que é feita permanentemente às peças que são feitas pelo molde.

Nesta situação, a intervenção preventiva condicional é feita quando a peça plástica apresenta um nível de defeitos que a levam a não cumprir as especificações exigidas.

Para além desta ligação com a manutenção preventiva condicional, a manutenção curativa é naturalmente utilizada quando se manifestam problemas funcionais no molde.

Estes problemas funcionais têm a ver com a mecânica do molde, estão na maioria dos casos ligados à utilização e surgem de forma não planeada.

### **Manutenção Preventiva**

Segundo Cabral (2006), na impossibilidade de saber como é que as avarias acontecem, torna-se complicado fazer uma manutenção preventiva correctamente.

Como não é fácil conhecermos os múltiplos mecanismos de avaria, as respostas às questões de manutenção são sempre aproximadas.

Em qualquer das técnicas de manutenção preventiva os objectivos fundamentais são os seguintes:

- Prever as datas prováveis em que as avarias poderão ocorrer a fim de poder tomar antecipadamente as medidas para as evitar;
- Reduzir ao mínimo os factores que contribuem para as avarias, ou incrementar os factores que contribuem para o bom funcionamento dos equipamentos;
- Reduzir na medida do possível as consequências de uma avaria.

A manutenção preventiva é a que é efectuada de acordo com critérios prescritos, em intervalos de tempo pré-determinados, com o objectivo de reduzir a probabilidade de avaria de um bem.

Segundo Ferreira (1998), pressupõe o serviço de manutenção num momento programado e preparado antes da data do aparecimento de uma avaria.

Deve permitir, evitar que as falhas apareçam no decurso da utilização.

Para além dos acima referidos, os objectivos da Manutenção preventiva são os que a seguir se apresentam:

- Aumentar a fiabilidade de um equipamento, reduzindo as avarias em serviço;
- Aumentar a duração de vida eficaz de um equipamento;
- Diminuir os tempos de paragem em caso de revisão;
- Prevenir e prever as intervenções de manutenção correctiva, nas melhores condições;
- Evitar consumos anormais de energia e outros consumíveis;
- Suprimir as causas dos acidentes graves;
- Diminuir os montantes destinados a manutenção.

A análise de custos deve pôr em evidência um ganho em relação as falhas que permite evitar.

A Manutenção Preventiva, sob o ponto de vista operativo pode ser:

- Sistemática;
- De Ronda;
- Condicional.

Para Ferreira (1998), a **Manutenção Sistemática** é a efectuada segundo um calendário pré-definido ou passado um determinado tempo de utilização (Ex. A cada 10 000 km mudar o óleo do motor).

Este método necessita conhecer o comportamento do material, o modo de desgaste e degradação, e os tempos médios de bom funcionamento entre duas avarias.

Este tipo de manutenção é aplicável a equipamentos vitais para uma produção.

Ainda para Ferreira, **Manutenção de Ronda** é outra forma de manutenção preventiva.

É a manutenção regular de curta frequência com execução de pequenos trabalhos.

Estas rondas compreendem:



- Lubrificação;
- Controlo de manuais, pequenas reparações, afinações e substituições simples.

Este tipo de manutenção, esta situado entre a Preventiva Sistemática e a Preventiva Condicional.

### **Manutenção Condicional/Condicionada**

Segundo Cabral (2006), a designação condicionada surgiu na década de 70 para designar uma nova abordagem à manutenção preventiva, baseada no conhecimento do estado real do equipamento a partir da implementação de um sistema de controlo de condição.

Trata-se de decidir as oportunidades das intervenções nos equipamentos a partir do conhecimento do seu estado real, isto é em vez de intervir a intervalos fixos como na sistemática, intervém-se em intervalos variáveis determinados pela apreensão do estado do equipamento. Incide assim sobre os equipamentos considerados individualmente, substituindo revisões a intervalos fixos, por inspecções a intervalos fixos.

O termo condicionada é utilizado mais para designar o processo de controlo de condição do que propriamente as acções de manutenção decorrentes desse controlo.

É a manutenção subordinada a um tipo de condições pré-determinadas. É também chamada de preditiva. Caracteriza-se por pôr em evidência os pontos de falha.

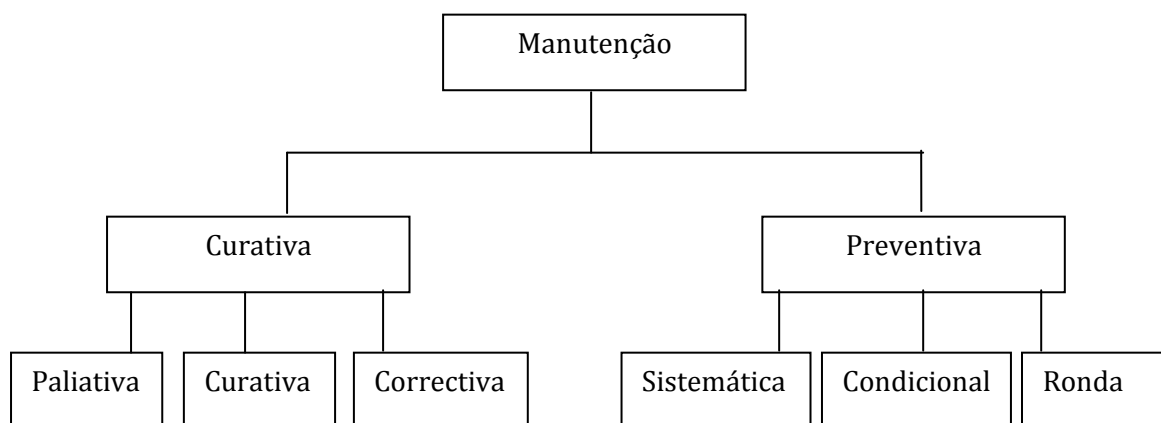
Em função da observação/evolução de parâmetros funcionais específicos de um bem durável, permite que se decida qual o momento óptimo para fazer outro tipo de manutenção. A decisão de intervenção preventiva é tomada no momento em que há evidencias experimentais de defeito iminente.

Os meios utilizados para controlo dos parâmetros são, não destrutivos e são efectuados com o equipamento em funcionamento.

A análise das vibrações é de longe o melhor indicador do estado de funcionamento e é a principal base de decisão sobre a manutenção preventiva condicional.

Em resumo, os vários tipos de manutenção estão ilustrados no esquema seguinte:

Esquema 1 - Resumo dos tipos de manutenção



Relativamente à Manutenção Preventiva, podemos fazer uma comparação entre a Manutenção Sistemática e a Manutenção Condicional.

Dessa comparação podemos concluir, segundo Ferreira (1998), que:

- Ao nível da data de intervenção, a Manutenção Sistemática ocorre em datas pré determinadas. Já a Manutenção Condicional ocorre quando surge o alarme.
- Ao nível das consequências, a Condicional utiliza ao máximo as possibilidades dos órgãos e equipamentos, diminuindo o stock de peças suplentes e evita intervenções, por vezes inúteis, realizadas na Sistemática.

### Seleção do tipo de Manutenção a utilizar

Os objectivos fundamentais da manutenção em termos de disponibilidade e segurança dos equipamentos, devem ser obtidos com um custo mínimo, potenciando ganhos globais para a instalação.

O modelo de manutenção deverá ser função das características da instalação industrial. A selecção do modelo de manutenção deverá ter em atenção os seguintes parâmetros: custos de manutenção, segurança, criticidade do equipamento e vantagens e inconvenientes de cada método.

Segundo Major (1997), os custos totais de manutenção (CT), são iguais aos custos de cada tipo de manutenção (CM) mais os custos de paragem de produção (CP).

$$CT = CM + CP$$

A figura seguinte evidencia este raciocínio para os custos por avaria.

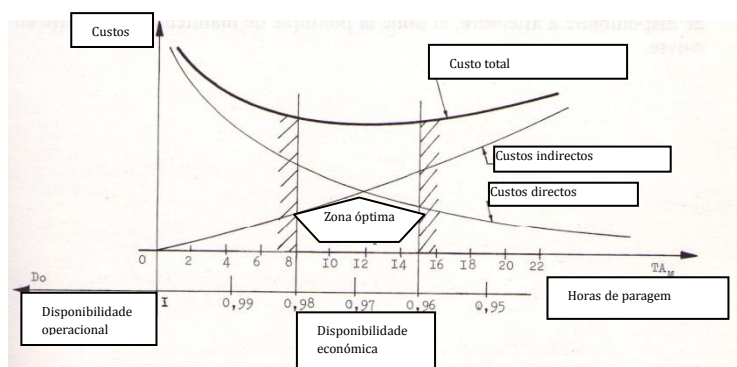


Fig.1 – Custo de avaria. “F. Monchy”

Facilmente se conclui que para os equipamentos cujos custos de paragem de produção sejam elevados a opção será para a Manutenção Preventiva e deverá ser Sistemática ou Condicional conforme os melhores resultados obtidos anteriormente.

Genericamente pode dizer-se que os custos **só de manutenção** são menores para a manutenção correctiva, maiores na manutenção sistemática e ainda maiores para a manutenção condicionada.

### Vantagens e inconvenientes de cada método

Ainda segundo Major (1997), a manutenção correctiva continua a ser o mais adequado para um grande número de equipamentos e para avarias imprevisíveis.

A manutenção preventiva Sistemática apresenta as seguintes **vantagens**: Limita o aparecimento de avarias, reduz o risco de acidentes graves nos equipamentos, optimiza os custos de manutenção e articula-se com o planeamento da produção. Relativamente aos **inconvenientes**, realça-se o necessário reforço da equipa e dos meios destinados ao planeamento das intervenções e a probabilidade de ser executada antes (substituições de peças em bom estado) ou depois das necessidades reais dos equipamentos.

A manutenção Condicionada apresenta as seguintes **vantagens**: Permite maximizar a vida dos equipamentos. Evita a paragem dos equipamentos em boas condições. O *stock* das peças pode ser reduzido. O tempo de paragem pode ser reduzido. Como **inconvenientes** este método implica um reforço em inspecção e maiores investimentos em equipamentos de medição e análise de resultados.

## 2.2-Circuitos de Ordem de trabalho

Para Cabral (2006), a Ordem de Trabalho (OT) é o motor do sistema de gestão da manutenção.

É a OT que transmite à área de intervenção técnica a necessidade de realização do trabalho. Entre outras funções da OT temos que referir:

- Fornece as instruções necessárias para a execução do trabalho;
- Serve como suporte para apontamento dos tempos e custos, associados à realização do trabalho;
- Serve para o registo das tarefas efectivamente realizadas;
- Serve de suporte para o apontamento de diagnósticos de condição e sugestão de acções futuras.

Para a elaboração das OTs é fundamental o conhecimento do objecto de gestão.

O objecto de gestão é a entidade (motor, bomba, ou outro componente) sobre a qual se vai realizar a OT.

Para não se perder a eficácia associada ao elevado número possível de entidades sobre as quais se podem fazer OTs para uma utilização prática, Cabral (2006), sugere que se elejam como objectos da gestão, os equipamentos pai, isto é, o grande *item*, a máquina como um todo. Com esta estratégia perde-se a história detalhada do pormenor mas ganha-se mais operacionalidade nos elementos maiores (motor, bomba, etc.).

Esta opção não impede contudo que se cadastrem devidamente todos os componentes do equipamento, só que o que vai funcionar como objecto da gestão, será o componente principal (motor, etc.) e não os seus constituintes.

Uma vez seleccionado o objecto a que se destina, a OT esta fica completa com a seguinte informação:

- Número sequencial, único e não repetível;
- Descrição do trabalho do que se trata a OT;
- Data e hora em que foi elaborada;
- Expressão em linguagem de gestão, do tipo de actividade de que se trata (P.Ex. Melhoria preventiva ou correctiva.

A cada OT está naturalmente associada uma prioridade. O grau de urgência duma OT, tem um código de 1 a 4, aos quais estão associados os seguintes conceitos:

- 1- Emergência – Trabalhos correctivos que exigem reparação no mais curto espaço de tempo, designadamente os que afectam a segurança, o risco potencial de avarias se agravar em grandes proporções e correcção de intervenções mal executadas anteriormente.
- 2- Urgência - Trabalhos destinados a eliminar tempos de não produção.
- 3- Normal – Em regra para todos os trabalhos preventivos planeados e as rotinas
- 4- Quando conveniente – Para trabalhos de incidência acessória.

Patton (1995) sugere que a prioridade para realização do trabalho (P) seja a combinação do grau de urgência (U) com o grau de criticidade (C) e com o nível hierárquico do solicitante (H). Assim  $P=U \times C \times H$ .

O quadro abaixo indica o peso de cada parâmetro da fórmula apresentada.

Quadro 1- Peso de cada parâmetro para o calculo da prioridade

Valor	Grau de urgência “U”	Criticidade “C”	Nível hierárquico “H”
1	Emergência	Muito crítico	Gestor de topo
2	Urgência	Crítico	Produção
3	Normal	Normal	Gestão intermédia
4	Quando conveniente	Baixo	Outros

Assim, “P” poderá variar entre 1 (1x1x1) e 64 (4x4x4). Correspondendo o valor 1 ao nível mais elevado da prioridade.

Para Cabral (2006) uma OT tem que especificar também o estado de funcionamento necessário para realizar o trabalho.

Os estados possíveis para as OTs são os seguintes:

- A funcionar
- Máquina parada
- Linha parada
- Paragem anual

Outro aspecto que tem que estar claro é a diferença entre o tempo de intervenção e o período de intervenção. O primeiro indica-nos quanto tempo foi dedicado a fazer o trabalho, e o segundo indica durante que período de tempo decorreu.

Sobre a sua origem as OTs podem ser:

- OT Sistemática – dá cumprimento a um ciclo de manutenção sistemática de acordo com recomendações do fabricante, experiência operacional adquirida, exigência da qualidade ou organismos reguladores.

- OT Preventiva Condicional – Indicações resultantes das rotinas de inspecção e lubrificação, *reporting* de outros trabalhos, análises de manutenção condicionada e informação dos operadores.
- OT Correctiva – Pedidos de trabalhos correctivos ou inoperacionalidade do equipamento.
- OT Melhoria – Estudo de alterações.

## 2.3-Preparação de Trabalho

Para Cabral (2006) a preparação tem como objectivo, facilitar o trabalho dos técnicos de intervenção, reduzir os custos directos das intervenções, diminuindo o tempo de imobilização dos equipamentos e prever os consumos de peças de substituição e consumíveis para ter uma gestão de stocks mais eficaz.

Para Ferreira (1998) o tempo de preparação não deve ser excessivo nem demasiado curto. Por norma deve existir uma hora de preparação por cada 25 horas de intervenção.

Ainda segundo Ferreira (1998) para uma tarefa, a preparação consiste em definir as necessidades e em editar os documentos operacionais.

Como *inputs* destes documentos temos :

- Análise, diagnóstico e avaliação
- Dossiers de máquinas
- Banco de dados interno.

Como *outputs* temos:

- Programa de manutenção sistemática
- OTC (Ordem de Trabalho Curativa)
- OTP (Ordem de Trabalho Preventiva)
- Gammas de intervenção
- Tempos concedidos

- Normas de segurança
- Necessidade em meios (ferramentas, meios especiais), em pessoal (qualificação, qualidade e quantidade) e em peças e materiais (compras).

O conteúdo de uma OT específica de manutenção engloba as seguintes informações:

- Identificação.

Compreende a designação completa e detalhada do objecto da OT. (Qual a máquina, modelo, função, etc.)

- Origem e parâmetros de gestão.

Quem solicitou a intervenção. Os tempos estimados para a execução da intervenção. A data prevista para início e fim da intervenção. A data de emissão.

- A preparação dos trabalhos.

Informa a necessidade de meios, materiais, a mão-de-obra planeada, serviços externos, etc..

- Descrição da intervenção.

Listagem detalhada dos pontos onde intervir no equipamento e as acções a desenvolver caso se identifique alguma anomalia.

Actualmente a gestão de manutenção tem suporte informático na generalidade das empresas. A emissão das OTs está automatizada e as acções de preparação são parte integrante, a par de todas as informações já abordadas atrás.

Ainda Segundo Ferreira (1998) e Monchy(1991), a criticidade do equipamento vai determinar a preparação a efectuar. Para determinar o índice de criticidade (IC), são tidos em conta vários critérios e cada um deles afectados por um coeficiente de ponderação, que são:

- **Complexidade** tecnológica e segurança.

Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2, para nível de complexidade, simples (0), complexa (1) e muito complexa (2).

- **Importância** do equipamento no processo de produção.



Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2, para nível de importância secundário (0), principal (1) e vital (2).

- Periodicidade de **funcionamento**.

Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2 para episódico (0), intermitente (1) e contínuo (2).

- **Custos** directos de manutenção.

Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2 para custos baixos (0), custos médios (1) e custos elevados (2)

- Valor de **substituição** por material idêntico

Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2 para baixo custo (0), custo médio (1) e custo elevado (2).

- Custos indirectos (**perda de produção**)

Com coeficiente de ponderação 0, 1 e 2 para custos baixos (0), médios (1) e elevados (2).

O coeficiente de ponderação permite atribuir valores diferentes aos acontecimentos possíveis dos vários critérios apresentados.

Se para cada critério forem atribuídos valores e feitas ponderações (peso de 1 a 3), é fácil chegar a um quadro que nos indica a criticidade do equipamento.

Quadro 2 – Pesos e ponderação para o cálculo do índice de criticidade

IC – Índice de criticidade do Equipamento a analisar				
<b>Critério</b>	<b>Coeficiente de ponderação (B)</b>	<b>Peso ( C )</b>	<b>Pontos estimados</b>	<b>Pontuação máxima</b>
complexidade	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C
Importância	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C
Funcionamento	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C
Custos	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C
Substituição	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C
Perda Produção	0, 1 ou 2	1, 2 ou 3	B x C	2 x C

Para ilustrar na prática o IC- (Índice de criticidade) consideremos a aplicação a um centro de maquinaria de 5 eixos. Os coeficientes de ponderação poderiam ser os seguintes:

- Complexidade - coeficiente de ponderação 2 e peso 2
- Importância - coeficiente de ponderação 2 e peso 3
- Funcionamento - coeficiente de ponderação 2 e peso 3
- Custos - coeficiente de ponderação 1 e peso 3
- Substituição - coeficiente de ponderação 2 e peso 3
- Perda de produção - coeficiente de ponderação 1 e peso 2

Para o equipamento apresentado – Centro de Maquinação de 5 eixos – o quadro poderia ter a forma e o conteúdo seguintes.

Quadro 3 – Exemplo de índice de criticidade

IC – Índice de criticidade de um Centro Maquinação 5 eixos				
<b>Crítério</b>	<b>Coeficiente de ponderação (B)</b>	<b>Peso (C)</b>	<b>Pontos estimados</b>	<b>Pontuação máxima</b>
complexidade	2	2	4	4
Importância	2	3	6	6
Funcionamento	2	3	6	6
Custos	1	3	3	6
Substituição	2	3	6	6
Perda Produção	1	2	2	4
		<b>Totais</b>	<b>27</b>	<b>32</b>

Para o equipamento apresentado o índice de criticidade seria 27 para um máximo possível de 32.

Os equipamentos com índice mais elevado (próximo do máximo) devem ter prioridade para estabelecer os *dossiers*-maquina, as medidas preventivas e preparações completas.

Nos vários tipos de manutenção temos preparações diferentes a considerar. Assim, a manutenção paliativa, presta-se pouco a preparação. Será rentável apenas se se trata de uma família de avarias semelhantes e consta de operações de desmontagem, limpeza e substituição.

A manutenção curativa carece de preparação.

Segundo Ferreira (1998), os passos a seguir são os seguintes:

- Análise da avaria
- Diagnóstico
- Auditoria preliminar
- Limpeza
- Desmontagem
- Auditoria definitiva
- Preparação
- Intervenção curativa
- Montagem
- Ensaio e controlo
- Reentrada ao serviço

De cada operação do processo de reparação deverá constar:

- A descrição do trabalho
- Tempos padrão
- Materiais ou peças consumidas
- Meios de execução necessários (ferramentas, aparelhos de elevação, transporte, etc.)
- Meios de controlo.

Para uma família de reparações semelhantes poder-se-á elaborar uma gama-tipo.

Na manutenção de Ronda a preparação é feita a partir das fichas de ronda elaboradas a partir das visitas feitas periodicamente, para análise dos níveis dos consumíveis e o regular funcionamento do equipamento..

A análise dos consumos destes materiais consumíveis e a constatação da regularidade de funcionamento é fundamental para o conhecimento da evolução do estado de condição dos equipamentos.

Para Ferreira (1998), na manutenção Sistemática a preparação faz-se através da elaboração de uma ficha de inspecção periódica que serve para definir exactamente o conteúdo da intervenção, antes da paragem prevista.

O objectivo desta Manutenção, é o de efectuar substituições de peças, órgãos ou módulos, qualquer que seja o seu estado, numa data prevista, com o fim de reduzir as avarias e consequentemente as reparações.

A ficha de inspecção serve para listar os pontos a inspeccionar, fazer o relatório da inspecção e a análise dos resultados.

## **2.4-Manutenção e Fiabilidade**

A generalidade dos sistemas, requerem manutenção. São reparados quando avariaram (Manutenção Curativa) ou têm acções preventivas quando atingem um determinado grau de degradação (Manutenção Preventiva).

Por fiabilidade podemos entender, a aptidão de um bem para realizar uma determinada função, durante um dado período de tempo e em condições bem definidas. Segundo Cabral. (2006) fiabilidade é a probabilidade de um bem cumprir a função requerida durante um certo intervalo de tempo sob condições especificadas. Esta probabilidade é estabelecida através de leis matemáticas e após análise do histórico do equipamento. A quantidade de Manutenção Curativa a efectuar é determinada pela fiabilidade dos sistemas.

A Manutenção preventiva, efectuada de um modo planeado, afecta directamente a fiabilidade.

Por manutibilidade devemos entender a aptidão de um bem para ser mantido ou restaurado, de modo a que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando recursos e procedimentos pré-estabelecidos. Para além deste conceito, manutibilidade é a fidelidade com que as reparações e o trabalho de manutenção são efectuados. A manutibilidade afecta directamente a disponibilidade dos equipamentos para efectuarem as funções requeridas.

As paragens para manutenção afectam/reduzem o estado de disponibilidade dos equipamentos.

A manutibilidade dum sistema, depende do projecto desse sistema, e tem a ver com a acessibilidade aos componentes, a facilidade de diagnóstico, lubrificação, dispositivos de protecção e segurança, etc.

Segundo Ferreira (1998), os Tempos Técnicos de Reparação (TTR) são o somatório do seguinte conjunto de tempos:

- Tempo de constatação da avaria
- Tempo de diagnóstico
- Tempo de acesso ao órgão avariado
- Tempo de substituição e/ou reparação
- Tempo de montagem
- Tempo de controlo e arranque do sistema

Na manutenção activa os tempos a eliminar são os tempos de espera por indisponibilidade dos técnicos do equipamento e das ferramentas e os tempos mortos por paragem de trabalho, burocracia, etc.

### **2.4.1- Disponibilidade**

A NP EN 13306:2007 define disponibilidade como *a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, num dado instante ou em determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios externos.*

Para além desta definição, a disponibilidade é a probabilidade de bom funcionamento de um sistema no instante “t”. Assim, um bem disponível é um bem que se pode utilizar. A sua disponibilidade depende assim de :

- Nº de avarias (Fiabilidade)
- Rapidez com que as avarias são reparadas (Manutibilidade)
- Tipo de manutenção

- Quantidade de meios à disposição (Logística)

Um conceito também a ter em conta nesta temática, é o de Fiabilidade Previsional.

Segundo Ferreira (1998) a Fiabilidade Previsional depende essencialmente das opções /decisões tomadas na fase de projecto. A fiabilidade prevista é assegurada se os equipamentos forem produzidos e utilizados como o que está projectado.

A análise da fiabilidade previsional é apoiada em várias técnicas. A mais utilizada é a FMECA- Análise dos Tipos de Avarias seus Efeitos e da sua Criticidade.

Para além da fase de projecto, este método também é aplicado na fase de utilização dos equipamentos. Nesta fase designa-se por FMECA operacional.

Este método permite para cada componente dum sistema, identificar os tipos de avaria e os efeitos dessas avarias no funcionamento ou segurança do sistema.

Por este caminho é mais fácil compreender os riscos de avarias e assim evitá-las utilizando:

- Elementos de substituição de emergência
- Métodos de vigilância nos pontos nevrálgicos
- Manutenção mais eficaz
- Diagnósticos de avarias mais rápidos

## **2.4.2 - Indicadores de Manutenção**

Para Cabral (2006) por definição, um indicador serve para dar uma indicação sobre determinada característica ou acontecimento.

Na manutenção também se utilizam indicadores com determinadas formulações teóricas. Os tempos de reparação, a disponibilidade dos equipamentos, o esforço da empresa na manutenção, o sucesso da política preventiva, etc.

Os indicadores teóricos de manutenção são os seguintes:

### **2.4.2.1-Taxa de avarias.**

A taxa de avarias/falhas exprime o número de avarias por unidade de utilização.

### 2.4.2.2-MTBF (*Mean Time Between Failures*). Tempo médio de bom funcionamento.

Num equipamento, o MTBF exprime o tempo que decorre em média entre duas avarias consecutivas ou noutros termos, o tempo médio entre manutenções correctivas.

O tempo entre avarias é medido em termos do tempo que a máquina deveria estar a trabalhar. Não é tempo de calendário.

Na manutenção MTBF é o inverso da Taxa de falhas.

O MTBF dá uma medida da fiabilidade do equipamento, isto é, da sua aptidão para funcionar durante determinado período de tempo em boas condições.

### 2.4.2.3-MTTR- *Mean Time To Repair*. Tempo médio necessário para reparar uma avaria.

Dito de outro modo é a média dos tempos utilizados nas reparações no periodo em análise.

O conceito, tempo utilizado engloba o tempo de manutenção correctiva (TMC), o tempo de reparação (TDR) e o período de intervenção (PDI).

Segundo a EN 13306:2007, Tempo de manutenção correctiva (TMC), “é a parte do tempo de manutenção durante o qual se realiza uma actividade de manutenção correctiva num bem, incluindo os tempos de origem técnica e logística inerentes à manutenção correctiva”.

Ainda segundo a EN 13306:2007 tempo de reparação (TDR), “é a parte do tempo de manutenção correctiva activa durante a qual se realiza a reparação de um bem”.

Na prática, TDR é o tempo durante o qual, pelo menos um funcionário anda de volta do trabalho, incluindo o tempo para diagnosticar a avaria, efectuar a reparação, testar e entregar o equipamento no final, excluindo o tempo gasto para reunir os recursos.

Existe ainda outro conceito com interesse no contexto da reparação de avarias. É o “tempo médio de espera”, MWT- *mean waiting time*. Este conceito fornece um indicador sobre as condições de atendimento do serviço de manutenção às situações de avaria.

Na prática, não é fácil a recolha da informação necessária para calcular os vários indicadores. O problema prático mais difícil de manusear está ligado ao facto de que os indicadores teóricos se reportarem ao funcionamento efectivo dos equipamentos e não ao tempo de calendário. Por outro lado, torna-se difícil também a recolha sistemática dos registos de funcionamento de todos os equipamentos do parque.

## 2.5-Planeamento da Manutenção

Segundo Ferreira (1998), de um modo genérico, o Planeamento é a função da empresa encarregada de gerir os tempos de execução.

É fundamentalmente uma função de coordenação, encarregada de conduzir os acontecimentos. O seu trabalho consiste em:

- Prever a cronologia do desenrolamento das tarefas;
- Optimizar a utilização dos meios necessários e torná-los disponíveis;
- Lançar os trabalhos no momento escolhido;
- Controlar o avanço e desenrolar das tarefas e tomar em conta as diferenças entre as previsões e as realizações.

Num serviço de manutenção, a função planeamento é particularmente delicada. Os trabalhos são variados e a noção de urgência é mais frequente e de mais graves consequências que na produção.

Os problemas específicos que o planeamento da manutenção tem para resolver são os seguintes:

- Dependência da produção (paragens de fabricação);
- Problemas de segurança;
- Seguimento de trabalhos contratados ao exterior;
- Aprovisionamento de peças de substituição e materiais;
- Meios de elevação e transporte especiais;
- Triagem das urgências das intervenções curativas e correctivas.

Para as situações de carga de trabalho irregular, é também preciso coordenar as equipas de trabalho contratadas ao exterior para resolver as sobrecargas.

O planeamento da manutenção é uma actividade que se baseia no cumprimento de um conjunto de actividades que constituem o plano de manutenção.



Segundo Cabral (2006), o plano de manutenção define com antecedência a sequência das acções de manutenção a realizar ao longo de um ciclo e consiste num conjunto de trabalhos sistemáticos com periodicidades iniciais, normalmente recomendadas pelo fabricante, podendo-se, entretanto, planejar outros trabalhos de natureza não sistemática para corrigir anomalias, introduzir melhoramentos, etc.

Este conceito está ligado à manutenção preventiva e incide sobre os trabalhos de natureza sistemática.

Muito próximo deste conceito está também o programa de manutenção. Para este, são definidas no tempo as actividades de manutenção. Isto é, são fixadas as datas de realização e programadas, quer as tarefas, quer os recursos (mão de obra, materiais, e serviços) para que possam ser realizadas nessas datas. Este conjunto de informações são as designadas OTs. O conjunto das OTs de manutenção planeada constitui o programa de manutenção.

Este programa irá informar: O que há para fazer, quando e com que recursos.

## **2.6-A informática na Manutenção**

Segundo Siqueira (1996), a partir de 1993, inserida na introdução de programas de Qualidade Total, e na implementação das normas ISO 9000, teve de haver uma mudança comportamental relativa à manutenção.

A competitividade das empresas começou a ser efectiva, e a necessidade de manutenção organizada começou a ser fundamental para sustentar essa competitividade.

A informatização do sector começou também a ter o seu interesse nas empresas para facilitar a gestão. O preço dos softwares começou a baixar e a existência de profissionais de engenharia ligada ao ramo, teve também o seu papel preponderante.

Segundo Cabral (2006), na forma mais simples, um sistema de gestão da manutenção terá algumas folhas de cálculo, mapas, registos de equipamentos, fichas de manutenção, materiais, quadros de planeamento e registos históricos.

O património mais importante que se adquire com um sistema informatizado de gestão de manutenção é a informação de manutenção que se acumula no sistema e não propriamente o software.

Ainda segundo Cabral (2006), a organização da manutenção é um conceito vasto que engloba as seguintes áreas para implantação:

- Planeamento da manutenção preventiva;
- Organização dos materiais e gestão do armazém;
- Introdução de procedimentos para organizar as acções.

Para todas as áreas é requerido que se comece por organizar o parque de equipamentos.

Apesar da sequência de implantação não ser rígida, o mais lógico será começar a implementação pela primeira área, esta vai evoluir naturalmente para as duas áreas seguintes.

A segunda área é, provavelmente, a mais crítica para as empresas. Os resultados para a manutenção poderão não aparecer a curto e médio prazo.

A terceira opção aplica-se quando se pretende dar força à manutenção e disciplinar a maneira de fazer as coisas.

Depois de organizada, começa a verdadeira gestão da manutenção, onde aprender com a realidade, tomar decisões e fazer escolhas, são o pilar fundamental para a competitividade e saúde da empresa.

## CAPÍTULO III

### 3 - METODOLOGIA UTILIZADA

Para a abordagem ao caso de estudo que no capítulo seguinte se apresenta, começa-se por explicar o enquadramento dos moldes na João de Deus, e faz-se em seguida a caracterização específica do molde 105.

Em seguida é feita a caracterização genérica de um molde com uma passagem por alguns sistemas constituintes.

O passo seguinte é a descrição dos vários modos de avaria possíveis que se podem manifestar num molde de acordo com metodologia sugerida por Monchy (1991) que considera muito importante a análise das origens dos vários modos de falha, para facilitar e organizar acções futuras.

Para cada um destes modos de avaria é feito um levantamento das condições que podem originar a manifestação de cada um.

O molde em análise tem um *Dossier* Técnico onde estão referenciadas todas as acções de manutenção a que o molde esteve sujeito. Naturalmente que quando se fazia uma intervenção de carácter curativo, em simultâneo era feita uma acção preventiva sobre os órgãos que não estavam a ser intervencionados.

A fiabilidade deste conjunto de dados é extremamente elevada, já que os registos eram sistematicamente executados.

As intervenções curativas não estão explicadas no *Dossier*, ao pormenor, mas o registo e descritivo feito, permite com facilidade chegar aos comentários que a seguir se apresentam.

Para o caso de estudo a seguir apresentado, poderiam ser feitas duas abordagens diferentes, utilizando o mesmo conjunto de dados.

Na primeira abordagem, a análise dos registos de manutenção seria feita apenas às acções de Manutenção Preventiva Sistemática.

Na segunda abordagem, seria feita a análise dos registos de manutenção durante o espaço de tempo em que foi feita Manutenção Preventiva Sistemática e seria feita ligação com o período em que esta não foi realizada.

A primeira abordagem possível, permite-nos perceber as vantagens da Manutenção Preventiva Sistemática, contudo não põe em evidência a parte económica associada a este método.

Segundo Assis (1997), a opção de fazer Manutenção Preventiva, por ser bastante dispendiosa, deve ser utilizada quando o equipamento em causa é absolutamente vital para o processo produtivo e deve ser procurado o método ou conjugação de métodos que permitam escolher a manutenção mais económica através do conhecimento da fiabilidade do equipamento.

Na segunda abordagem possível de efectuar, após a determinação do período médio entre intervenções de Manutenção Preventiva Sistemática, pode ser feita uma comparação com o tempo gasto, fazendo apenas Manutenção Curativa associada a Manutenção de Ronda na máquina de injeção e Manutenção Condicionada a partir da análise permanente da peça plástica.

No caso deste trabalho, optou-se por escolher a segunda abordagem para pôr em evidência que os custos associados à Manutenção Preventiva Sistemática são bastante elevados e que a mudança de método a partir de determinada altura da utilização do molde, veio reduzir os tempos de intervenção e consequentemente disponibilizar recursos para outros trabalhos.

De acordo com a metodologia apresentada por Pocinho (2002), para fazer este trabalho começa-se por fazer o levantamento dos registos de manutenção do molde seleccionado para servir de base de partida.

A partir desses dados “em bruto”, é feito um estudo estatístico que serve de entrada para os quadros apresentados.

O estudo estatístico é feito do seguinte modo:

1. É identificada a dimensão dos intervalos entre cada intervenção preventiva, ou seja são quantificados todos os dias entre intervenções.
2. São de seguida agrupados pelo intervalo entre intervenções e pela frequência com que cada um dos intervalos ocorreu. Este agrupamento vai permitir identificar o número de vezes (a frequência) que cada intervalo ocorreu.

3. É em seguida feita uma estatística descritiva sobre os dados dispostos em 2 colunas.
4. Os intervalos com menor frequência são sucessivamente excluídos para que os valores da estatística descritiva representem de um modo mais fiel o intervalo médio entre intervenções.
5. Encontra-se de seguida um valor razoável para o intervalo médio entre intervenções, sustentado por sessenta e seis por cento (66%) das frequências dos intervalos.
6. Para as intervenções curativas, é quantificado o número de intervenções preventivas que ocorreram entre as reparações.
7. Estes dados servem para fazer os comentários às acções de carácter curativo de acordo com Monchy (1991).
8. Com base na duração máxima prevista (40 horas) para cada intervenção curativa, é feita a comparação com o somatório anual das intervenções preventivas.

Os comentários apresentados, são feitos a partir de:

- Leitura de trabalhos relacionadas com o tema
- Observação sistemática de vários modos de avaria
- Com base na experiência pessoal nesta área

A consulta da documentação e organização da empresa, neste sector, permitiu também trazer para o trabalho, algumas boas práticas usadas por sistema no desenvolvimento destas acções. A empresa tem já a trabalhar a secção de manutenção dos moldes há mais de 20 anos. Existe um historial com muita informação sobre a actividade desta secção ao longo dos anos.

De seguida é feita uma exposição sobre a preparação padrão para os modos mais frequentes: Manutenção Preventiva e Manutenção Curativa segundo Monchy (1991).

A metodologia para a Manutenção Preventiva é suportada por um plano de acções previamente definido, como apresentado por Wireman (1998). As acções deste plano devem estar perfeitamente identificadas para garantir um modo constante de execução.

Para a Manutenção Curativa será feita uma análise exaustiva de cada acção desenvolvida de acordo com os registos efectuados.

Para Borris (2006) a determinação dos modos de falha dos equipamentos é vital para a definição do tipo de manutenção a utilizar. Assim é necessário identificar a falha mais frequente e o modo como afecta o normal funcionamento do equipamento, para que a restituição deste à condição inicial de funcionamento seja feita do modo mais rápido e económico possível.

O passo seguinte é a definição do circuito de OT onde serão apresentados os fluxogramas que representam cada circuito, OTs Preventivas e OTs Curativas, com uma descrição detalhada de todas as acções que compõem cada tipo de OT. A abordagem a esta fase do trabalho é sugerida por Cato W. (2002), para o qual, as várias etapas que são necessárias executar nas acções de manutenção, seguem fluxogramas próprios que disciplinam o modo de actuar em cada tipo de intervenção.

## CAPÍTULO IV

### 4-Caso de Estudo

O processo produtivo da JD na área da injeção de peças de plástico, assenta em duas vertentes: Produção para o mercado OE (*Original Equipment*) e a produção para o mercado AM (*After Market*).

A produção para OE destina-se ao mercado das montagens de viaturas em série e abastece várias marcas automóveis e vários modelos. É uma produção contínua e sem flexibilidade no prazo de entrega. As quantidades produzidas são contratadas na fase inicial do projecto e são constantes no tempo.

A produção para AM destina-se a abastecer os distribuidores representantes, nacionais e estrangeiros, para satisfação do mercado de componentes para reparação de viaturas (viaturas acidentadas e alteração de viaturas). Para este mercado as quantidades produzidas são função das encomendas directas feitas à cadeia de distribuição. As quantidades são produzidas em lotes de pequenas dimensões e tem alguma flexibilidade no prazo de entrega.

Para o mercado OE, as quantidades produzidas são normalmente da ordem das centenas de milhares de unidades (por vezes acima de 1 milhão) enquanto que para o mercado AM as quantidades a produzir chegam apenas às dezenas de milhares de unidades.

Coexistem portanto, no mesmo espaço e na mesma gestão, duas realidades completamente diferentes. Por um lado, existe um conjunto de moldes aos quais não pode faltar nada em termos de manutenção, e por outro lado um conjunto de moldes em que a dimensão da utilização, não justifica acções tão sistemáticas de manutenção.

Para os moldes do mercado OE existe um plano de manutenção que tem que ser cumprido, e caracterizado tipicamente como sendo Manutenção Preventiva Sistemática.

Para os moldes do mercado AM existe também um plano composto de varias acções, mas cuja execução e função do nº de peças produzidas. A manutenção típica destes moldes resume-se a limpeza após cada utilização(feita na maquina de injeção), e manutenção de reparação quando surgir um avaria.

O Caso de estudo, que a seguir se apresentará, é a análise ao histórico das intervenções de manutenção realizadas no molde 105 da JDD. O molde 105 é um molde para o mercado

OE e faz a caixa de entrada do *intercooler* aplicado aos motores 1300 *Multijet* das marcas Opel, Fiat e Lancia.

Este molde foi concebido para uma utilização intensiva durante um período de tempo correspondente ao plano de produção dos veículos e após esta fase o molde irá ter utilizações pontuais para responder apenas ao mercado de AM.

Este molde tem 1 cavidade, e tem como características específicas a lista que a seguir se apresenta:

- Material a injectar: PA 6.6 GF30;
- 3 elementos móveis accionados por guias inclinadas;
- 2 elementos móveis accionados por cilindros hidráulicos;
- 1 elemento móvel interior (balancé) accionado por uma pré abertura;
- Todas as peças da zona moldante em aço 1.2344 temperado com 50HRC e nitrurado;
- Acabamento da zona moldante : #3 (lixa 400)
- Materiais da estrutura: Peças 2 e 3 em aço 1.2311 (32 HRC). Restantes peças em aço 1.1730 (aço de construção)

A cinemática do molde é a seguinte:

O ciclo inicia-se com o molde aberto na máquina de injeção e a extracção recuada.

1. Os cilindros hidráulicos avançam
2. A máquina de injeção fecha o molde à junta e ao mesmo tempo os elementos móveis accionados por guias inclinadas avançam.
3. Fecha a pré abertura no lado móvel do molde
4. Injeção do material plástico
5. A máquina de injeção abre o molde começando por abrir a pré abertura no lado móvel, e de seguida, depois de abrir 10mm à junta, os cilindros hidráulicos recuam.
6. A máquina de injeção completa a abertura à junta e os elementos móveis com guias inclinadas recuam.



7. A extracção avança.

8. A extracção recua.

O ciclo está terminado.

#### 4.1- Caracterização de um molde

Apresenta-se a seguir um esquema de um molde onde se assinalam os vários componentes adiante referidos.

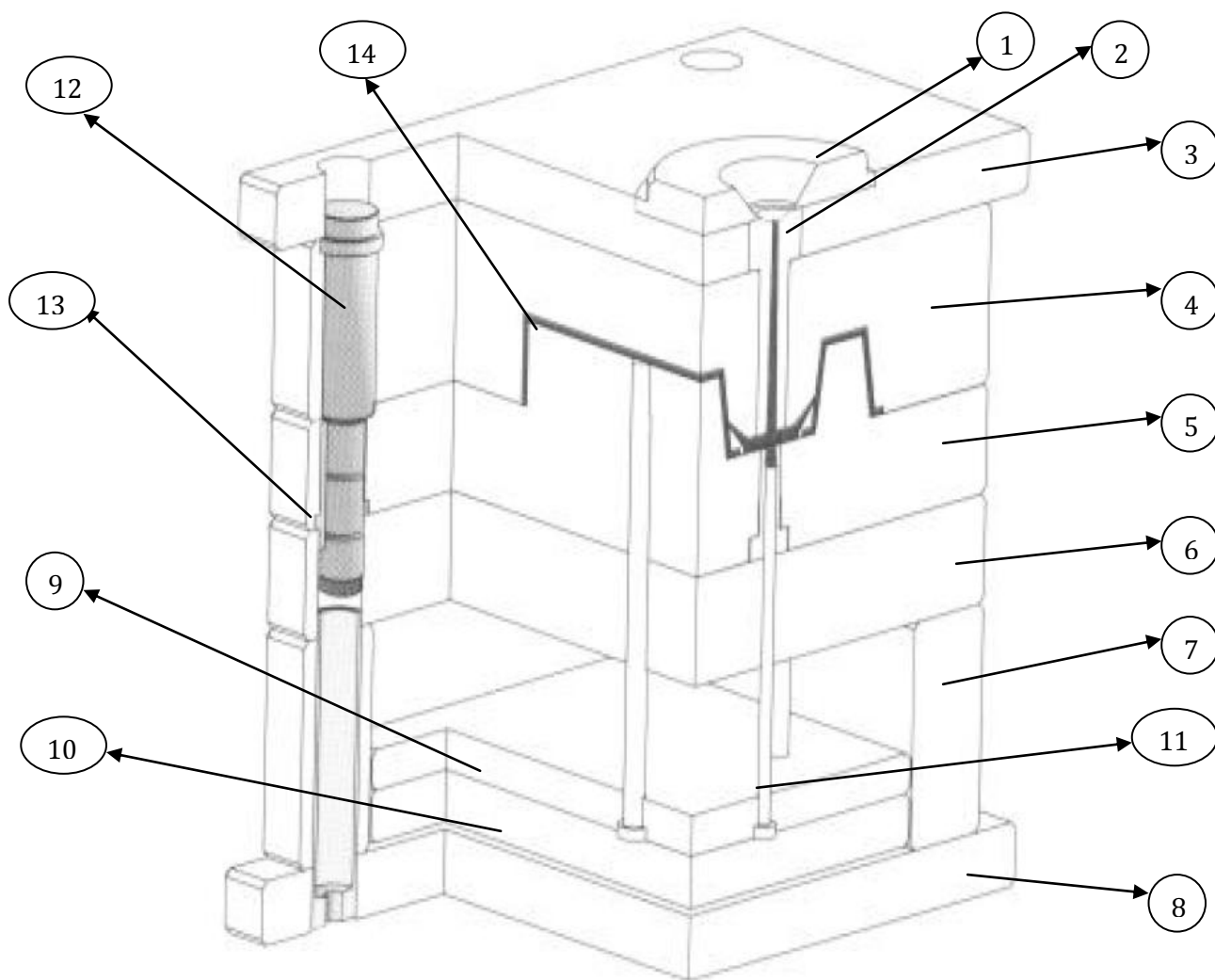


Fig. 2- Representação esquemática de um molde. "Manual do projectista"

Legenda da figura:

1. Anel de centragem
2. Injector (bico frio)
3. Chapa de aperto da injeção (estrutura)
4. Cavidade
5. Bucha
6. Chapa de aperto da bucha (estrutura)
7. Calço (estrutura)
8. Chapa de aperto da extracção (estrutura)
9. Chapa dos extractores (estrutura)
10. Chapa de aperto dos extractores (estrutura)
11. Extractor
12. Guia principal
13. Casquilho da guia principal
14. Peça plástica

Um molde pode ser entendido como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que um espaço em que a peça vai ser materializada, definida pela cavidade e pela bucha, seja preenchido com o material fundido em condições controladas, pelos outros sistemas que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas.

Os sistemas funcionais referidos são os seguintes:

- A estrutura, que assegura a solidez estrutural do molde.
- O guiamento que mantém o perfeito alinhamento entre a cavidade e a bucha.
- A alimentação que permite a viagem do material desde o bico da máquina de injeção até à zona moldante.

- O controlo de temperatura que assegura que nas superfícies moldantes a temperatura seja tão uniforme quanto possível e que o arrefecimento se faça de forma rápida e eficiente.
- A extracção que faz com que as moldações sejam retiradas do molde.

Para além destes sistemas, os moldes podem ter sistemas especiais que assegurem a desmoldação de zonas negativas, a extracção controlada com robots ou o controlo independente da temperatura no sistema de alimentação (moldes de canais quentes)

Dependendo das peças a moldar, podem ser mais ou menos complicados, com mecânicas cada vez mais complexas que acompanham a complexidade crescente das peças plásticas.

O arrefecimento da zona moldante é assegurado normalmente por água circulante em furos distribuídos regularmente na bucha e na cavidade e acompanhando tanto quanto possível a sua forma. Para os materiais que são moldados a temperaturas superiores, o líquido de refrigeração é o óleo que permite a estabilização a temperaturas superiores a 100°C. Para que o controlo de temperatura seja eficiente este fluído deve ser mantido a uma temperatura constante, usando-se refrigeradores quando a temperatura for inferior à temperatura ambiente.

Durante a injeção, o ar deslocado pelo material injectado vai sendo empurrado. Se ele não se puder escapar com facilidade, a sua compressão provocará a necessidade de uma pressão de injeção e tempo de injeção mais longo. Por isso os moldes deverão dispor de canais nas juntas para o escape de ar, geralmente colocadas nas últimas zonas a encher.

Hoje os moldes de injeção de termoplásticos são construídos em variados tipos de materiais desde os aços de alta liga usados em moldes para séries muito longas e mais exigentes, até aços ao carbono para peças menos críticas e séries mais curtas. Para além disso, para séries protótipo ou para séries muito curtas são usadas ligas de alumínio ou, mais recentemente materiais não metálicos na zona moldante, dando origem aos chamados moldes híbridos. Também se começam a fazer moldes em que as buchas e cavidades são obtidas quase directamente, por recurso a técnicas de prototipagem rápida que fazem a sintetização de partículas metálicas.

Um molde deverá produzir peças de qualidade, num tempo de ciclo o mais curto possível, ter o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço e desempenhar correctamente as seguintes funções:

- Definir o volume da peça a produzir, assegurando a reprodutibilidade dimensional, de ciclo para ciclo.
- Permitir o enchimento desse volume com o material a injectar.
- Facilitar o arrefecimento da peça moldada.
- Promover a extracção da peça.

A constituição do molde é assim determinada pela necessidade de realizar adequadamente as funções associadas a execução do ciclo de moldação.

Cada molde é composto de duas metades. Uma fixa, através da qual é feita a injeção do material a moldar, e uma móvel da qual faz parte o sistema de extracção da peça moldada.

Um molde uma vez fechado, é montado numa máquina de injeção, que não é mais que uma prensa horizontal que tem associado no lado fixo um conjunto constituído por uma câmara dentro da qual trabalha um fuso sem-fim. O fuso, ao rodar no interior de uma camisa, empurra o material a moldar para dentro do molde através do injector. A parte exterior deste conjunto esta revestida de resistências eléctricas que garantem que o material plástico chega ao injector com a fluidez recomendada para uma correcta plastificação na zona moldante.

Quando o injector não tem autonomamente um modo de aquecimento, designa-se por bico frio. Ao invés, se o injector possui um sistema de aquecimento por resistências eléctricas o injector designa-se por bico quente.

Com o sistema “bico frio” o material a injectar é aquecido até entrar no molde, enquanto que no “bico quente” é aquecido até chegar à zona moldante.

## 4.2-Modos de avaria

Como visto anteriormente, as normas portuguesas definem avaria como sendo a *ocorrência que determina a degradação ou cessação da aptidão de um bem para desempenhar uma função requerida*.

Em manutenção, o conceito de avaria é mais lato pois abrange um mau funcionamento de um equipamento entendido como rendimento abaixo do normal, produção defeituosa, sintomas anormais, etc. Neste contexto, a definição mais apropriada de avaria é a *inaptidão de um bem para atingir um determinado nível de desempenho*.

A sua importância é determinada pelas consequências no contexto onde o objecto avariado se encontra.

Habitualmente a falta de manutenção preventiva de moldes e outros equipamentos resulta em problemas de qualidade nas peças injectadas e degradação da imagem da empresa perante os seus clientes.

Dum modo geral, os problemas mais comuns associados à falta de manutenção num molde são em seguida apresentados.

### 4.2.1-Entupimento das saídas de gases

### 4.2.2-Aparecimento de resíduos de material nas zonas de fecho do molde

### 4.2.3-Alteração/deformação da geometria das peças

### 4.2.4-Rebarbas nas peças

### 4.2.5-Gripados em peças móveis

### 4.2.6-Fractura de peças frágeis

### 4.2.7-fractura de acessórios

### 4.2.8-Mossas na Zona moldante

Pormenorizando cada um dos problemas enunciados, temos:

#### 4.2.1-Entupimento das saídas de gases

- Segundo Tecpolimeros (2010), o entupimento das saídas de gases provoca problemas quer no molde quer na peça plástica. Em 1ª análise, na peça plástica a ausência de saídas de gases funcionais, provoca na última zona a encher de plástico a deficiente soldadura do material, assim a peça não fica completamente cheia e o material nesta zona apresenta porosidade não cumprindo assim as mesmas especificações ao longo de toda a peça. As implicações no molde, com o tempo são mais sérias, já que a juntar á pressão de compactação, à temperatura que se atinge, os gases provocam micro explosões que vão criando crateras no aço.

O entupimento das saídas de gases é visível pela acumulação de resíduos de material, que no limite vão afectar as zonas de fecho/vedação do molde desequilibrando assim o sistema normal de funcionamento.

Quando o molde fecha, se existirem resíduos de material, eles irão ser um corpo estranho na zona em que deveria encostar aço com aço.

Desta situação ao aparecimento de rebarba vai um pequeno passo. Com maior ou menor incidência acaba sempre por se chegar a esta situação.



Fig.3- Saídas de gases entupidas

#### 4.2.2-Aparecimento de resíduos de material nas zonas de fecho do molde

- Na injeção de poliamida com fibra de vidro é normal que em todas as juntas de vedação que tenham efeito de saídas de gases, comecem a aparecer resíduos de material plástico que se formam a partir de fumos que se escapam pelas juntas.

Estes resíduos têm tendência a aumentar progressivamente. Quanto maiores/mais forem, maiores passam a ser as folgas entre as peças e maior passa a ser a sua concentração.

Quando as saídas de gases entopem, as pressões de injeção começam a ser progressivamente maiores para tentar manter as peças dentro das especificações. Este aumento das pressões de injeção provoca uma tendência para haver deformações plásticas. Estas deformações (encalcados) são particularmente visíveis nas zonas de vedação dos canais de injeção.



Fig.4-Resíduos de material plástico nas zonas de fecho



#### 4.2.3-Alteração/deformação da geometria das peças

Quando as saídas de gases entopem, as pressões de injeção começam a ser progressivamente maiores para tentar manter as peças dentro das especificações. Este aumento das pressões de injeção provoca uma tendência para haver deformações plásticas. Estas deformações (encalçados) são particularmente visíveis nas zonas de vedação dos canais de injeção

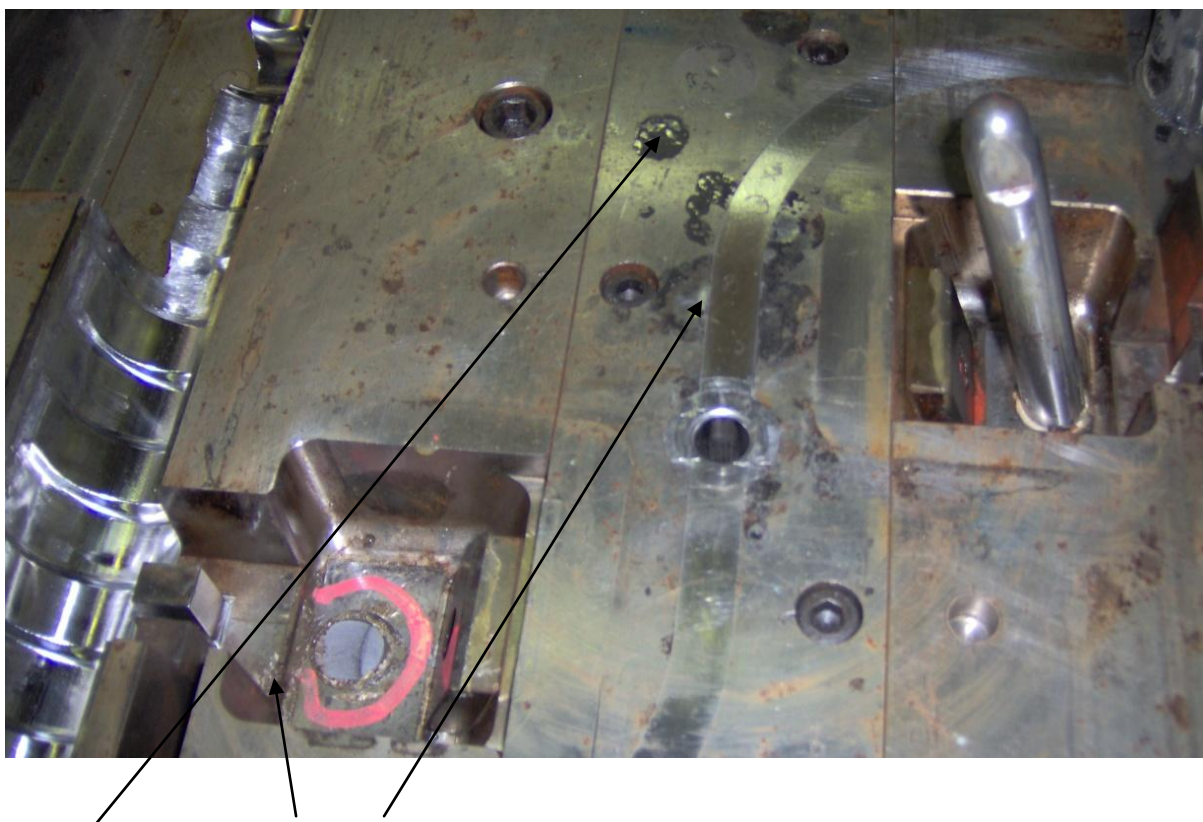


Fig.5-Zonas de peças encalcadas (com deformação plástica)

#### 4.2.4-Rebarbas nas peças



- Segundo o Manual do Projectista (2003) quando os resíduos nas juntas de vedação atingem uma espessura de 0.04 ou 0.05 mm, começam a existir as condições de aparecimento de rebarbas. Este tipo de material plástico, entra em folgas a partir de 0.05 mm.

Quando uma rebarba começa a aparecer numa junta, o material plástico começa a moldar em redor das arestas que tinham raio 0.0 (enquinadas). Esta passagem do plástico sob uma pressão elevada (300 bares ou mais), por estas arestas origina boleados e o início de rebarbas que começarão a ser tanto maiores quanto mais tempo o molde estiver a trabalhar sem manutenção.

Nas juntas em zonas funcionais com grandes exigências de qualidade de forma e acabamento superficial, deve evitar-se fazer saídas de gases para minimizar este fenómeno. Deve procurar-se que as juntas fiquem o mais imperceptível possível.



Fig.6 - peça com rebarba

#### 4.2.5-Gripados em peças móveis

- Os gripados são também um dos problemas que existem com alguma frequência em superfícies de vedação que estão simultaneamente com movimento relativo entre si (deslize). São especialmente frequentes se as superfícies de deslize não tiverem tratamentos térmicos como nitruração ou cementação.

Nesta situação as impurezas que surgirem nas zonas de deslize vão provocar arrastamento do material da peça mais macia à peça mais dura. Quando ocorre um gripado, o movimento relativo das peças é interrompido e geralmente provoca estragos bastante sérios nos moldes e obrigam **sempre** à paragem de uma produção.

Quando esta situação ocorre é normal que se fracturem peças, que podem ser mais ou menos complicadas de fazer novamente.

O aparecimento de gripados está também associado à falta de folgas de trabalho, que têm que existir entre as peças que se movimentam.

Como os moldes que injectam poliamidas com fibra de vidro trabalham a temperaturas de no mínimo 60°C, é inevitável o aumento dimensional associado. Se não existirem folgas adequadas a probabilidade de ocorrerem gripados aumenta consideravelmente.

Outra das causas do aparecimento de gripados tem a ver como está orientado o acabamento superficial das peças com movimento relativo. Assim, se o acabamento tiver a mesma orientação nas várias peças, a zona de contacto é muitíssimo maior do que se o acabamento estiver cruzado ou a 45°C. Quanto maior for a área de contacto, maior é a probabilidade de as peças griparem. Se ao facto do acabamento estar com o mesmo sentido estiver associado um rectificado excessivamente fino, nas várias peças, continuamos a aumentar a probabilidade de aparecerem gripados, uma vez que deixam de existir zonas que funcionam como bolsas de lubrificação para prevenir os gripados.



Fig.7 - Gripado num elemento móvel

Para evitar / minimizar os gripados, as zonas de vedação devem ter uma inclinação, ou saída, tanto maior quanto possível. Se a inclinação da parede for de p.ex.  $0.5^\circ$ , a probabilidade do ajustamento gripar é muito maior do que se as paredes tiverem  $2$  ou  $3^\circ$ . Também nestas situações (paredes com pouca saída), o trabalhar de paredes com acabamentos finos no mesmo sentido, vai aumentar a probabilidade de gripados.

#### 4.2.6-Fractura de peças frágeis

- A fractura de peças frágeis é outro dos problemas que ocorre com alguma frequência.

É comum que peças como os pernos moldantes, pela conjugação da temperatura do material plástico que é de  $300^\circ\text{C}$  ou mais, com a contracção (aperto provocado pela solidificação do material plástico) acabem por

fracturar, geralmente por fadiga. As zonas respigadas chegam a quebrar, e a irem agarradas à peça plástica.

Por peças frágeis tem que entender-se também, as peças que são usadas para alterar a direcção do deslocamento. Ou seja funcionam como guias inclinadas com um perfil rectangular ou trapezoidal.



Fig.8 - Peças frágeis fracturadas

#### 4.2.7-fractura de acessórios

- A fractura de acessórios é também um problema que pode ocorrer por falta de manutenção de um molde.

Está sempre associado a outro problema. A causa mais comum, são os gripados. Outra das razões para a fractura de acessórios tem a ver com o deixarem de trabalhar os dispositivos de retenção de peças móveis. Estes problemas acarretam sempre a fractura de alguma peça.



Fig.9 - Fractura de acessórios

#### 4.2.8-Mossas na zona moldante

- As mossas na zona moldante são geralmente ocasionadas pela interferência entre os extractores e os elementos móveis. Esta interferência ocorre quando existem extractores que estão localizados por baixo de elementos móveis. Se não estiver activo o sinal dado pelos interruptores de fim de curso, a indicar que o elemento móvel está recuado, isso significa que por qualquer motivo o elemento móvel ainda está à frente e logo por cima dos extractores. Nesta situação se a extracção avançar, por certo só irá parar quando os extractores baterem no elemento móvel causando assim mossas quer nos extractores, quer no elemento móvel.

Estas colisões podem também ocorrer pela falha dos dispositivos de retenção aplicados aos elementos móveis que trabalham na vertical. Se ocorrer esta falha irão acontecer por certo danificação (eventual fractura) de acessórios (guias inclinadas) e mossas nos extractores que estiverem localizados por baixo como explicado no parágrafo anterior.

### 4.3-Frequência de ocorrência

O preço de cada hora de manutenção é muito inferior ao custo associado a uma paragem após a manifestação de um problema ocasionado por falta de manutenção.

A manifestação do problema ocorre naturalmente quando o molde está a trabalhar na máquina de injeção. Os custos são naturalmente função do problema que se manifestou e têm também de incluir os prejuízos / transtornos provocados na produção e potencialmente no cliente , se uma encomenda não puder ser satisfeita. Para prevenir problemas que podem advir duma avaria, existe em *Kambam* uma quantidade de peças que permitem satisfazer o cliente em pelo menos uma encomenda.

O molde 105 está em produção com muita frequência e a análise aos registos de manutenção permitiu constatar o seguinte:

Foi feita uma análise aos intervalos em dias entre as acções de manutenção preventiva e o seu enquadramento com as acções de manutenção curativa.

A disparidade da dimensão dos intervalos está naturalmente associada à frequência com que o molde entra em produção.

Em todas as situações, após uma produção, o molde passa pela secção de manutenção para fazer as acções previstas e uma vez terminadas, o molde fica a aguardar novo início de produção.

Voltando ao quadro resumo de todas as intervenções, quando o número de dias entre intervenções baixa, significa que o molde está com utilização muito frequente e requer portanto uma atenção particular.

Quando o número de dias aumenta isso significa que o número de encomendas baixou e que a manutenção é feita ao ritmo das entradas em produção.

O quadro permite-nos concluir que a produção não tem uma cadência muito rigorosa, tanto são satisfeitas encomendas de produção de cinco (5) ou seis (6) dias como de trinta (30) ou mais dias.

A cada produção de duração de cinco ou seis dias segue-se uma produção com duração maior, trinta (30) ou mais dias.

A duração de maior densidade de ocorrência é catorze (14) dias, com quinze (15) ocorrências.

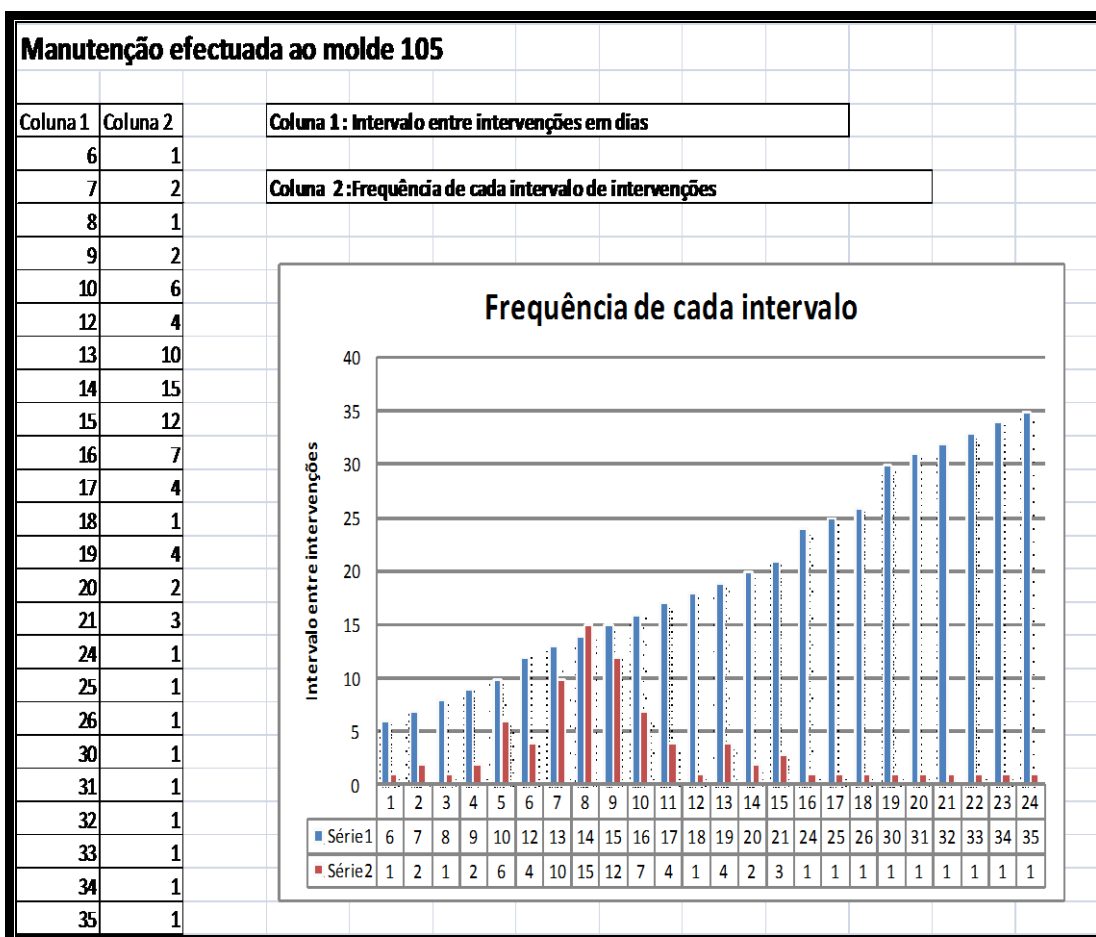
Logo de seguida aparecem os intervalos de quinze (15) e treze (13) dias com doze (12) e dez (10) ocorrências cada.

A duração de dez(10) , doze (12), dezasseis (16) e dezassete (17), também ocorreram com alguma frequência.

A frequência com maior ocorrência é um (1) uma vez que contempla todos os intervalos registados.

Os resultados completos dessa análise são apresentados na tabela seguinte.

- Na 1ª tabela está representado, na coluna 1, o intervalo em dias, entre as intervenções realizadas.
- Na coluna 2 é apresentada a frequência com que cada intervalo entre intervenções ocorreu.
- É apresentado também um gráfico com os valores das 2 colunas, para facilmente se perceber a zona de maior concentração de dados.
- Tabela 1: Resumo e gráfico dos resultados dos registos efectuados











Com este conjunto de dados, podemos ver que a média das frequências de ocorrência passou de sete (7) na tabela anterior, para nove (9) nesta tabela.

Já a média do intervalo entre intervenções, passou para um valor de 13,3.

Isto significa que a cada 13,3 dias o molde foi à secção de manutenção fazer a manutenção preventiva sistemática.

Segundo a estatística descritiva o nível de confiança destes valores é de noventa e cinco por cento(95%).

Os intervalos ainda apresentam alguma oscilação de valores que vão de quatro (4) até quinze (15) observações contudo são bastante abrangentes.

Vamos agora analisar os tempos associados às intervenções, tendo como referência a duração média de cinco (5) horas para cada intervenção preventiva e o intervalo de 13,3 dias entre intervenções.

Se dividirmos os 365 dias do ano pelo intervalo entre intervenções de 13,3 dias, temos:

$$365/13,3 = 27,4.$$

Num ano serão em média realizadas 27 intervenções preventivas. Como referido anteriormente, o tempo médio de duração de cada intervenção preventiva, é de cinco (5) horas. Assim o tempo gasto anualmente em manutenção preventiva será de :

$$27 \times 5 = 135 \text{ horas anuais.}$$

É portanto expectável que sejam gastas 135 horas em manutenção preventiva sistemática, em cada ano.

Nos 1<sup>os</sup> cinco anos de vida do molde foram gastas  $135 \times 5 = 675$  horas em manutenção.

## 4.4-Preparação padrão para os modos mais frequentes

Os modos mais frequentes de manutenção na JD são na essência, de dois tipos: - Manutenção preventiva e Manutenção Curativa.

Cada um deles tem um modo operativo diferente.

A manutenção preventiva assenta basicamente em dois campos, a manutenção preventiva sistemática e a manutenção de ronda, já descrita anteriormente.

A manutenção curativa depende do modo de avaria que se manifestou.

Decorrente da manutenção preventiva sistemática que é feita de acordo com a lista de acções a seguir expostas (4.4.1-Preparação para a manutenção preventiva), pode surgir a necessidade de proceder a uma acção de manutenção curativa.

Ao fazer a desmontagem de todas as peças do molde, é feito um controlo visual às mesmas onde são verificadas as eventuais manifestações dos vários modos de avaria.

Ao iniciar a manutenção preventiva sistemática, o operário da secção de manutenção desconhece o tipo de manutenção que vai realizar. Só com a desmontagem é que identifica a necessidade desta acção passar a ser de manutenção curativa.

Este operário tem como função no processo produtivo, fazer sistematicamente todos os tipos de manutenção aos moldes da empresa. Para além da execução da manutenção preventiva e curativa estes operários, quando a situação o sugere, propõem modificações aos moldes com vista a simplificar as suas actividades e o desempenho dos equipamentos.

Quando o operador identifica um problema, fará a sua correcção se o conseguir com os meios à sua disposição, ou irá informar o gestor da manutenção, da necessidade de abrir uma OT para um modo de avaria mais complexo que requeira meios que não dispõe.

O tratamento desta necessidade de manutenção curativa será descrito mais adiante no capítulo 4.5.

#### 4.4.1-Preparação para a manutenção preventiva

Para o caso de estudo que me propus fazer e apresentar, irão ser abordados os dois modos de manutenção aplicáveis ao molde 105.

As acções de manutenção foram executadas com uma vertente de prevenção e outra curativa. As acções preventivas são executadas em dois tempos diferentes. Na máquina de injeção e na secção de manutenção.

Quando a manutenção preventiva não conseguiu evitar as avarias, teve lugar a manutenção curativa.

Nas páginas seguintes será feita uma análise pormenorizada à manutenção que foi realizada sobre o molde 105.

A manutenção preventiva na secção de manutenção tem como pontos de controlo/análise pré definidos a seguinte lista:

- Desmontar todas as peças do molde, limpar e lubrificar;
- Verificar se existem elementos móveis gripados. Caso existam, polir ou rectificar essas zonas;
- Verificar se existem peças com mossas ou outra anomalia e reparar;
- Verificar o caudal e eliminar fugas ou obstrução dos circuitos de água e óleo;
- Trocar os vedantes danificados;
- Verificar o estado dos circuitos eléctricos (resistências e detectores de fim de curso do molde).

Este conjunto de acções são as desenvolvidas a cada intervenção de manutenção preventiva, e são válidas para todos os moldes e desenvolvidas pelos operadores da secção de manutenção da empresa.

Para além destas acções na bancada, quando o molde está em produção, são executadas outras acções preventivas pelos operadores das máquinas de injeção. Essas acções são de vital importância para a longevidade do molde, e são as seguintes:

- Soprar o molde de forma a retirar as películas de plástico existente no mesmo a cada duas (2) horas de produção;
- Limpar a superfície do molde com especial importância para as fugas de gases a cada duas (2) horas de produção;
- Verificar se as mangueiras de refrigeração do molde se encontram sem fugas a cada quatro (4) horas de produção;
- Lubrificar guias inclinadas, guias principais, granzépios, etc. a cada oito (8) horas de produção.

#### **4.4.2-Preparação para a manutenção curativa**

A manutenção curativa tem, como descrito anteriormente (capítulo 2.1), como objectivo principal o restituir ao equipamento a funcionalidade perdida.

De seguida serão comentados os registos que foram feitos das acções de manutenção curativa ao molde 105.

Estes registos interligam a manutenção curativa com a manutenção preventiva descrita no ponto anterior.

Até à 1ª intervenção curativa, estão registadas quatro (4) intervenções de manutenção preventiva.

Nesta 1ª intervenção curativa, houve necessidade de fazer reparação de um cilindro hidráulico, ajuste do tubo e substituição e acerto de um extractor.

Existe aqui uma vertente funcional manifestada pela avaria no cilindro hidráulico e uma vertente de qualidade na peça plástica, com o aparecimento de rebarbas nos ajustamentos do tubo. Sendo o tubo uma das partes funcionais da peça, não podem existir rebarbas ou desencontros que potenciem problemas futuros no componente fabricado. As rebarbas são ocasionadas por deficiente acção de ajuste na fase de montagem do molde na serralharia.

Este problema surge com alguma frequência na fase de juventude do molde, quando toda a mecânica ainda não foi devidamente rodada.

A substituição e acerto do extractor teve a ver com uma sequência de movimentos mal executada e que foi feita na fase de afinação da sequência de trabalho na máquina de injeção.

Quando um movimento hidráulico foi feito, a extracção não estava recuada e houve colisão entre um elemento móvel e um extractor. Esta situação é normalmente regularizada com a utilização de interruptores de fim de curso, de segurança, para obrigar a que todas as sequências sejam feitas de acordo com o que foi projectado.

- Da 1ª até à 2ª intervenção curativa, decorreram três meses e meio (3,5) e neste espaço de tempo foram realizadas sete (7) intervenções de manutenção preventiva.

Esta 2ª intervenção teve como objectivo a reparação de um elemento móvel partido. A causa do elemento móvel ter partido não está registada mas, para ter acontecido só após esse tempo de utilização, a fractura ocorreu com certeza por fadiga, motivada por ter ficado em esforço exagerado, alguma zona de ajustamento, com uma geometria frágil (*ponto muito duro*, em linguagem de oficina).

- A 3ª intervenção curativa ocorreu apenas 15 dias após a 2ª, e o objecto desta intervenção voltou a ser uma reparação do elemento móvel.

Esta intervenção vem levantar várias questões. Indicia que existe um problema de concepção uma vez que existe repetibilidade da avaria. As intervenções curativas anteriores, serviram apenas para remediar o problema mas não para o resolver efectivamente. Em condições normais dever-se-ia ter realizado uma reflexão sobre os problemas ocorridos, para se encontrar uma solução efectiva para prevenir acções futuras.

Entre as duas intervenções curativas, não existiram intervenções de manutenção preventiva. Uma questão pode ser levantada. Será que uma intervenção preventiva teria evitado esta última intervenção? Pessoalmente penso que poderia quanto muito tê-la adiado mas não a teria resolvido, já que a solução passa por modificar a geometria das zonas frágeis para as tornar tão robustas quanto possível para aumentar a fiabilidade das intervenções. Ou seja procurar o ponto de equilíbrio entre a robustez de todas as peças que formam o conjunto. Em termos de concepção não deve existir problema, mas em termos de dimensões das peças existirá com certeza.

Nesta reflexão, deve também ser posto em causa o modo de afinação e ajustamento deste conjunto. A frequência de avarias sobre o mesmo objecto deve fazer aparecer uma

estratégia, que descreva o modo operativo da manutenção específica deste molde, com o objectivo de reduzir a probabilidade de ocorrência de problemas semelhantes no futuro, perfeitamente sustentada na experiência dos intervenientes do grupo de reflexão.

Sendo esta uma peça vital no molde é aconselhável tratá-la de um modo muito específico.

- A intervenção curativa seguinte (4<sup>a</sup>), ocorreu dois (2) meses após a anterior. objecto desta intervenção foi a troca de uma resistência tubular no bico quente.

Esta avaria pode ter as mais variadas origens. Não está registada a sua causa. Está apenas a necessidade de fazer a troca do componente. Sendo este um componente standard (de venda a partir de uma referência), o problema dificilmente estará no componente. Estará com certeza no manuseio e não na utilização. Na fase da montagem ou desmontagem nas acções de manutenção, ou na montagem e desmontagem na máquina de injeção, algum procedimento não foi executado de acordo com os procedimentos correctos. As pessoas envolvidas foram com certeza alertadas para os custos associados ao incorrecto manuseio e aos transtornos à produção que essa situação acarreta.

A parte mecânica do molde não foi alvo de qualquer acção nesta intervenção.

Aparentemente as acções desenvolvidas aquando da última intervenção anterior foram eficazes e a fiabilidade do molde foi grande.

Entre as duas últimas intervenções curativas estão registadas duas acções de manutenção preventiva.

- A 5<sup>a</sup> intervenção curativa ocorreu sete meses e meio (7,5) após a anterior. Neste período foram registadas 14 acções de manutenção preventiva.

A causa desta intervenção é típica de uma montagem em que os elementos de segurança não foram ligados. A sequência de movimentos é regulada pela utilização de (interruptores de fim de curso) montados em todas as peças onde podem ocorrer interferências entre umas e outras quando se fazem os movimentos necessários à desmoldação da peça. Quando se facilita no manuseio do molde, não fazendo todas as ligações eléctricas previstas, corre-se o risco de acontecer o que aconteceu. É uma situação inadmissível para quem trabalha com moldes. Quem opta por trabalhar sem seguranças, para além de correr estes riscos, tem também de fazer alteração ao programa de moldação da máquina de injeção, perdendo com isso tempo e deixando, ou dois programas



diferentes para injectar com o mesmo molde, ou o programa adulterado para quem for trabalhar com ele na próxima situação de produção.

Sabe-se pela lei de Murphy que *se algo puder correr mal, é uma questão de tempo até acontecer* daí que a opção de arriscar é sempre de evitar.

Nesta situação em concreto, o trabalhar sem as seguranças, motivou que um elemento móvel avançasse com a extracção à frente causando mossas no elemento móvel e fractura dos extractores.

Nesta altura, podemos afirmar que o molde já passou a fase de juventude. A fiabilidade é constante e as avarias devem-se não ao molde em si, mas ao seu manuseio. A manutenção preventiva nesta fase da vida do molde é fundamental para prolongar ao máximo a fase de vida útil do molde. As acções de manutenção curativa são de evitar, já que têm tempos de execução muito maiores que a manutenção curativa e podem ir afectando o regular funcionamento do molde. A melhor opção de manutenção nesta fase, é a manutenção condicional, fazendo o check-up aos órgãos fundamentais do molde para seleccionar o momento oportuno de fazer manutenção curativa antes de acontecer a paragem associada às avarias ou acidentes.

- A 6ª intervenção curativa ocorreu três meses (3) após a anterior.

Neste espaço de tempo ocorreram três (3) acções de manutenção preventiva. A razão desta intervenção curativa, foi uma reparação em várias peças (a cavidade, a bucha e os elementos móveis). Por esta altura da vida do molde e dado o material a injectar ser agressivo para o molde, é aceitável que se proceda à recuperação das arestas nas juntas entre as peças.

Entre a 6ª e a 7ª intervenção curativa decorreu apenas um (1) mês. Neste intervalo não foi efectuada qualquer acção preventiva. Esta intervenção teve como objectivo a reparação de um elemento móvel e a substituição de um extractor. Na (s) utilização entre estas duas intervenções, aconteceu o mesmo problema que motivou a 5ª intervenção curativa. O sistema de segurança não funcionou. Voluntariamente ou não o sistema foi desligado e toda a mecânica ficou a trabalhar com temporizadores que não garantem que os movimentos se façam com a amplitude que seria necessária.

Este tipo de avaria só acontece porque algum passo não foi dado como previsto. A probabilidade de ocorrer uma colisão entre peças moldantes e extractores é grande. A

diferença do trabalhar com seguranças ou não, é que com seguranças não é possível existirem colisões, enquanto que sem elas é quase certo que as colisões vão acontecer.

A colisão que ocorreu teve a ver exclusivamente com manuseio do molde. O manipular as ligações eléctricas pelo operador da máquina de injeção, trás sempre associado este problema. Quem manipulou as ligações não resolveu o seu problema. Conseguiu provocar um acidente que teve como resultado a passagem do molde da máquina de injeção para a secção de manutenção. Algo que seria fácil de resolver foi complicar o funcionamento da secção.

A intervenção seguinte, 8ª, ocorreu trinta e cinco (35) meses após a anterior. Neste espaço de tempo foram efectuadas cinquenta e duas (52) acções de manutenção preventiva.

Provavelmente o acidente que levou à anterior intervenção, teve uma acção pedagógica muito importante em todos os intervenientes na utilização do molde.

Este espaço de tempo de três anos sem manutenção curativa, mostra bem a importância que a manutenção preventiva tem na utilização do equipamento. O molde entrou definitivamente na fase adulta. A sua fiabilidade é elevada e as acções preventivas foram verdadeiramente eficazes. Foi estabelecido o período de manutenção mais adequado à cadência de produção do molde. O ponto de equilíbrio foi encontrado e respeitado ao pormenor. A ausência de intervenções curativas vem provar que um plano de manutenção quando bem feito e seguido, garante uma utilização racional do equipamento.

É fácil entender que neste espaço de tempo as peças produzidas pelo molde, tiveram um custo unitário muito inferior às retiradas quando o molde esteve com alguma assiduidade na secção de manutenção. Não existiram custos de amortização da manutenção. O custo das peças teve a ver apenas com os materiais, a energia e a amortização da máquina de injeção e do molde.

Quando se atinge este patamar de fiabilidade começa a levantar-se outro problema. O excesso de confiança que existe pode com facilidade, numa equipa mantentora, levar a algum desleixe que a qualquer momento pode potenciar uma avaria séria. É fundamental nesta fase manter o nível de exigência das acções de manutenção. Em algumas equipas pode fazer-se rotação do pessoal de manutenção para evitar os facilitismos.

Associado ao cumprimento do plano de manutenção, está também a necessidade de garantir que nada de mal pode ocorrer ao molde, que é vital para o bom desempenho da empresa. O volume sistemático das encomendas e os problemas que poderão advir caso não se concretize uma entrega, motivam os gestores para uma supervisão efectiva e eficaz ao trabalho a realizar.

Esta intervenção curativa teve como objecto a reparação de um granzépio. Uma questão pode ser levantada nesta altura. Se tudo estava a funcionar bem porque é que aconteceu o acidente?

As causas para ter acontecido a avaria podem ser muitas. Desde a fadiga da peça em causa que é pela sua geometria uma peça frágil, até ao esquecimento de lubrificar uma zona específica (pode ou não ser desta peça em concreto), poderão ser as razões. Não existe registo da causa da avaria.

A intervenção curativa seguinte, a 9ª teve lugar após onze (11) meses de utilização. Nestes meses não foi registada qualquer acção de manutenção preventiva.

A análise global aos registos de manutenção curativa, permite concluir que a principal causa das intervenções teve origem na deficiente utilização/manuseio do molde.

O histórico das intervenções curativas realizadas, revela que a duração média é de 40 horas em cada intervenção.

Como visto anteriormente, ao longo dos cinco (5) anos em estudo / análise, foram gastas  $135 \times 5 = 675$  horas em manutenção preventiva sistemática, enquanto que nas nove (9) intervenções curativas foram gastas  $9 \times 40 = 360$  horas de manutenção.

Tendo em conta que 4 das intervenções curativas tiveram directamente origem na deficiente utilização / manuseio do molde, o total de horas gastas em manutenção curativa com origem “natural” foi de  $5 \times 40 = 200$  horas.

Se tivermos em conta que deve sempre ser feita manutenção pelo operador da máquina de injeção enquanto o molde está a trabalhar, é bastante compensador optar pela estratégia actual em que está definido que o molde deixa de ter manutenção preventiva sistemática, para passar a ter manutenção curativa quando o molde avariar.

Face a estes dados, é visível que foi feita uma alteração de estratégia de manutenção seguida até então.

A esta alteração de estratégia, não é alheia a diminuição das encomendas, que nesta altura eram de cerca de 3000 peças por semana.

Este tipo de abordagem está naturalmente associado ao ritmo das encomendas que passaram a ser feitas a este produto, bem como a alterações na equipa de manutenção da empresa.

O molde passou a ir à secção de manutenção apenas para fazer manutenção curativa.

Este tipo de estratégia tem associada algumas precauções adicionais. Para reduzir os tempos de intervenção curativa, deve existir em *stock* um conjunto de peças de reparação.

As peças seleccionadas são, como é evidente, as que têm maior desgaste e aquelas que pelo facto de deixarem de estar funcionais, ponham em causa o ritmo normal de uma produção.

Esta questão é de extrema importância em qualquer equipamento. A existência das *spare parts* deve sempre ser colocada na fase de negociação.

Este conjunto de peças pode garantir que em caso de necessidade, a prestação do equipamento é afectada num grau muito menor caso não existisse.

Aparentemente a partir da intervenção anterior, houve uma alteração da estratégia de gestão da manutenção. A opção parece ter recaído sobre, *a manutenção quando avariar*.

Economicamente foi uma boa opção, deixar de fazer a manutenção preventiva intervencionada na secção, para fazer apenas a manutenção preventiva na máquina de injeção e a manutenção curativa quando o molde avariar.

#### **4.5-Definição do circuito de OT**

As Ordens de trabalho (OT) como visto anteriormente (cap.2.2- Circuitos de ordem de trabalho) são o conjunto das instruções necessárias à execução das acções de manutenção, sejam elas de manutenção preventiva, sejam de manutenção curativa.

Cada vertente tem um modo operativo próprio.

Existe uma sequência de acções que deve sempre ser respeitada, sob pena, se o não for, de iniciar /alimentar um ambiente desorganizado sempre prejudicial a qualquer empresa.

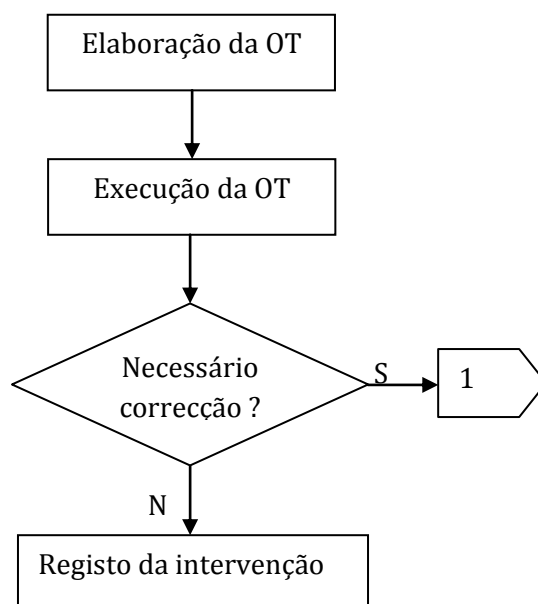
Tratando agora particularmente a manutenção preventiva, o lançamento das OTs é feito de um modo automático. A emissão das OTs é feita de acordo com a calendarização previamente definida e tem um modo rígido de processamento.

As Ots preventivas seguem uma preparação padrão e estão sempre prontas a ser emitidas podendo no entanto ser ajustadas e editadas de acordo com as necessidades particulares de um qualquer equipamento.

É um processo perfeitamente linear que termina com o molde colocado na área reservada aos moldes prontos a utilizar e com o registo da intervenção no dossier do molde.

O fluxograma que representa o circuito das OTs preventivas, é o seguinte:

Esquema 2 – Ots preventivas



A informação registada no dossier é a seguinte:

- Data da intervenção
- Rubrica

- No campo das observações, identificam-se as anomalias encontradas ao fazer a desmontagem e os materiais que tiveram que ser substituídos (Pex. Parafusos, vedantes, anilhas, etc.)

Quando o molde vai posteriormente fazer manutenção curativa o registo destas observações é tido em conta e apontado como informações auxiliares na OT.

Estes dados registados irão posteriormente ser tratados estatisticamente e serão um *input* dos indicadores de manutenção.

Relativamente à manutenção curativa, o pedido de intervenção pode ser destinado à oficina de manutenção da própria empresa, ou a uma entidade externa.

Os modos de avaria mais comuns são:

- Aparecimento de rebarbas
- Quebra de acessórios
- Mossas na zona moldante causadas por interferência entre extractores e movimentos

Estes modos de avaria foram já abordados no capítulo "4.1-Modos de avaria"

Os pedidos de intervenção devem conter o seguinte conjunto de informações:

- Nº sequencial
- Quem pede a intervenção e o respectivo departamento
- A que departamento se destina. Se for para um prestador de serviço externo, o pedido será um pedido de compra.
- Data e hora a que foi emitido o pedido.
- Grau de urgência. 1-Emergência; 2-Urgência; 3-Normal; 4-Quando for conveniente
- Data em que tem que estar concluído
- Descrição tão pormenorizada quanto possível dos sintomas da avaria e das tarefas a realizar.

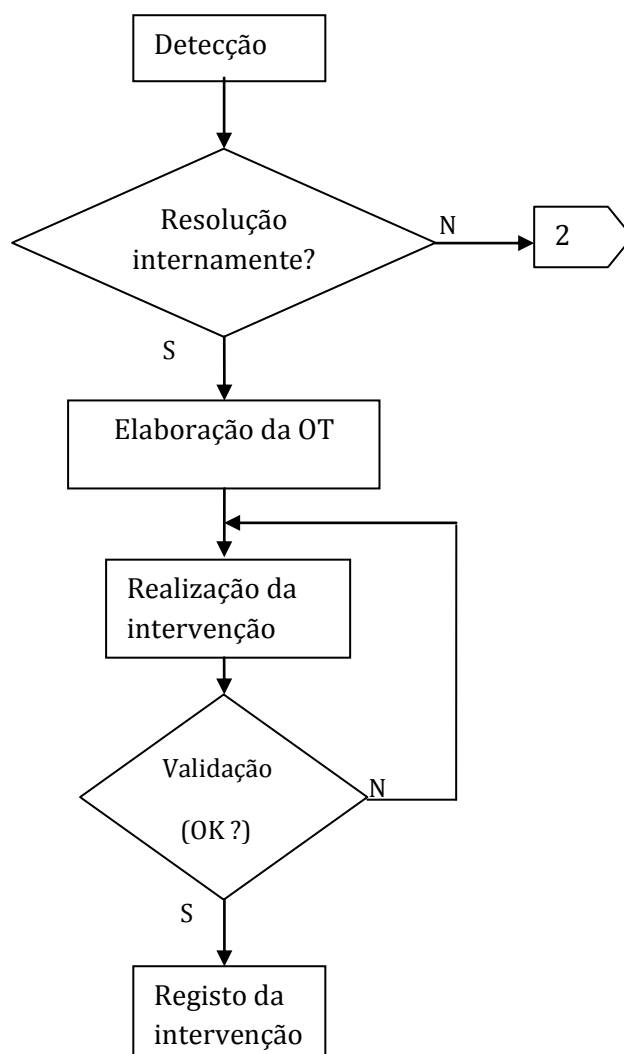
Relativamente ao processo de reparação em si mesmo, a intervenção contém sempre as seguintes etapas:

- Análise da avaria
- Diagnóstico

- Auditoria preliminar
- Limpeza
- Desmontagem
- Auditoria definitiva
- Preparação
- Intervenção curativa
- Montagem
- Ensaaios e controlos
- Reentrada ao serviço.

O fluxograma que representa o circuito destas OTs (Manutenção curativa) é o seguinte:

Esquema 3 – Manutenção curativa

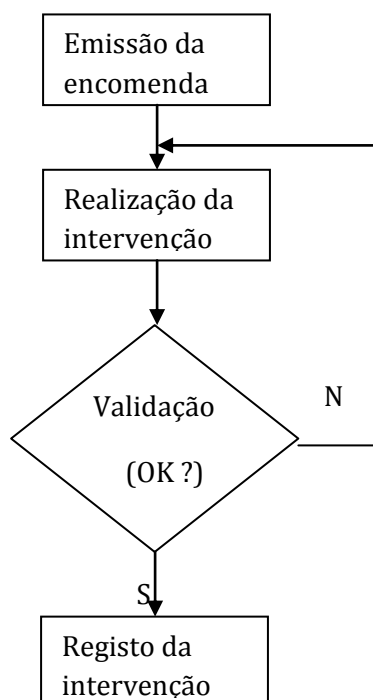


Quando a resolução não puder ser executada internamente, as OTs seguem o fluxograma 2

Quando há necessidade de recorrer a fornecedores externos para realizar os trabalhos que exigem recursos que não existem ou não estão disponíveis, o fluxograma característico destas intervenções tem a seguinte forma:

Fluxograma 2:

Esquema 4 – Intervenção em fornecedor externo





## CAPÍTULO V

### 5-CONCLUSÕES

#### 5.1- Breve resenha

O objectivo deste trabalho foi o encontrar uma metodologia para as acções de manutenção nos moldes da JD.

A selecção do tipo de manutenção é fundamental, em função da utilização do molde.

Para a elaboração deste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica em várias obras, e revistas da especialidade com o objectivo de clarificar conceitos que estão permanentemente presentes quando se aborda a área da manutenção. Os conceitos clarificados foram os circuitos de Ordem de Trabalho, a Preparação de Trabalho, a Fiabilidade e o Planeamento da Manutenção.

No passo seguinte deste trabalho, foi a apresentação da metodologia utilizada para abordar e desenvolver o caso de estudo.

Na abordagem ao caso de estudo, foi feita a caracterização do molde, e os modos de avaria que são passíveis de se manifestar quando se opera com um molde numa máquina de injeção.

Em seguida foi feito um estudo estatístico aos dados recolhidos nos registos de manutenção e sobre os quais foram apresentados comentários que estão a sustentar a opção de manutenção actual e futura. Ainda no caso de estudo, foi abordada a preparação padrão para os modos mais frequentes.

Para a Manutenção Preventiva foram expostas as acções que constam no plano de manutenção.

Para a Manutenção Curativa, foi feita uma análise aos registos de manutenção tendo sido analisadas e comentadas em pormenor as causas de cada intervenção.

No final desta análise conclui-se que a Manutenção Preventiva Sistemática pode não ser a melhor a aplicar à manutenção dum molde. Economicamente é muito dispendiosa. Conclui-se que se o molde for bem utilizado ou operado, a Manutenção de Ronda em conjunto com a Manutenção Condicionada é a melhor opção para a manutenção.

O regime de utilização do molde vai também ajudar a seleccionar o tipo de manutenção mais adequado.

Se para um regime intenso de utilização é de considerar possível a Manutenção Preventiva Sistemática, para a utilização normal da esmagadora maioria dos moldes na JD, a opção de fazer Manutenção Curativa quando o molde avaria ou quando as condições da peça plástica o determinam (Manutenção Condicional), associada à Manutenção de Ronda, são suficientes para garantir uma longa vida útil do molde.

Neste campo, é fundamental a utilização correcta do molde, já que a não utilização correcta, não pode ser prevenida pela Manutenção Preventiva Sistemática.

Posso considerar assim que os objectivos que estavam propostos para este trabalho foram alcançados.

## 5.2-Conclusões gerais

A abordagem feita neste trabalho ao tema –Manutenção de Moldes de Injecção- permite chegar a algumas conclusões que a seguir se apresentam.

Através da análise dos registos do Dossier Técnico do molde, fica claro, que Manutenção Preventiva Sistemática é uma opção a ter em conta, quando o mais importante é garantir a fiabilidade permanente do molde. Esta prática trás associada um conjunto de vantagens que aumentam muito a fiabilidade do molde. O funcionamento sem problemas está salvaguardado se houver uma utilização correcta.

Analisando pormenorizadamente os registos do Dossier Técnico, podemos concluir que após passada a fase de infância do molde, a maioria das avarias tiveram origem numa deficiente utilização.

A Manutenção Preventiva Sistemática, não pode por si só, prevenir as avarias ligadas à deficiente utilização.

Por força das circunstâncias - excesso de moldes para intervir e défice de operários de manutenção – foi tomada a opção de parar a Manutenção Preventiva Sistemática neste molde e optar pela Manutenção de Ronda e a Manutenção Curativa, quando avariar.

Esta opção de deixar de fazer a Manutenção Preventiva Sistemática, veio a provar-se economicamente uma boa opção.

Esta constatação é demonstrada no capítulo 4.3 – Frequência de ocorrência.

Esta nova visão sobre a manutenção do molde, vem mostrar que de um modo geral, a opção por fazer Manutenção Preventiva Sistemática pode não ser economicamente a melhor, especialmente se não estiver em causa um desequilíbrio ou paragem numa produção ou em presença de um equipamento vital para um sistema produtivo.

No caso concreto de estudo, havendo a garantia que sistematicamente se faz a manutenção de ronda na máquina de injeção, a opção de intervir apenas quando ocorrer uma avaria, é mais económica como se demonstrou.

### 5.3-Trabalho futuro

A evolução que os moldes têm tido, a acompanhar a complexidade crescente das peças plásticas a injectar, tem vindo a afectar também as exigências de manutenção requeridas para um funcionamento ao ritmo previsto dos moldes.

Esta complexidade crescente trás associada consigo, uma especialização cada vez maior aos operários que fazem a manutenção. Os requisitos para esta função são cada vez mais exigentes neste campo.

As exigências requeridas aos moldes vão mudando ao longo da vida estimada. A utilização está ligada ao ritmo a que os modelos dos veículos são produzidos. Assim, após o cumprimento do objectivo principal, o molde passa a trabalhar apenas para o mercado AM (*After Market*), onde a cadência de produção é francamente menor.

Nos moldes existem cada vez mais, subsistemas que têm que trabalhar com a maior precisão sob condições por vezes bastante adversas (associação de pressões elevadas com temperaturas também elevadas).

As situações mais comuns que surgem na secção de manutenção, apresentam em simultâneo a conjugação de vários modos de avaria.

A aplicação da Manutenção Condicionada, tendo como critério o estado/qualidade da peça plástica, conjugada com a manutenção de ronda, poderá responder com eficácia ao método de manutenção a aplicar a cada molde.

Para que seja maximizada a rentabilidade de cada molde, o ponto chave para além de uma eficiente manutenção, é que se faça uma utilização correcta do mesmo.

É tarefa do gestor criar as condições necessárias à utilização o mais racional possível de todos os moldes, tendo em atenção a vida estimada para cada um em qualquer momento.

Para o futuro, as conclusões a que se chegou com a análise a este molde, serão aplicadas a outros moldes com exigências semelhantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFNOR “Maintenance industrielle” recueil de normes françaises 1988, NF X 60-010 Juin 1984

ASSIS R. “Manutenção Centrada na Fiabilidade - Economia das decisões” Lidel, Lisboa 1997

ASSIS R. “Manutibilidade e Manutenção – Apoio à Decisão em Gestão de Manutenção. Fiabilidade e Manutibilidade” Lidel, Lisboa 2004

BORRIS S.”Total Productive Maintenance - Proven strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency” McGraw-Hill,2006

CABRAL J.P.S. “Organização e Gestão da Manutenção – dos conceitos à prática ...Edições Lidel, Lisboa, 2006.

CATO W.”Computer-Managed Maintenance Systems –A Step-by-Step Guide to Effective Management of Maintenance, Labor, and Inventory” -BH. New York 2002

DIDELET F. “Manutenção e Fiabilidade”- Seminário de Manutenção – Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve, 1994

DRAPINSKI J. “Manual de Manutenção Mecânica” – Editora McGraw-Hill, Brasil, 1973.

FERREIRA L.A. “Uma Introdução à Manutenção” – Publindústria, Edições Técnicas, Porto,1998.

HAZARD C. "Guide de la Maintenance – lycées professionnels, lycées techniques, formation continue" – Éditions Nathan, 1987.

IQF-INSTITUTO para a QUALIDADE na FORMAÇÃO, I. P. "A Manutenção em Portugal: tendências, qualificações e formação" – IQF 1ª edição, Lisboa, 2005.

MAIA V. M. "Evolução de um Modelo de Manutenção Pró-Activa utilizado numa unidade fabril do sector metalomecânico"- Revista Manutenção Nº 98/99 – 3º/4º Trimestre de 2008 .

MAJOR V. "Evolução da Manutenção" Revista Tecnovisão Nº 6 – Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve - Novembro de 1997

MARTINS P.A. "Eixos e Estratégias de Actuação na Manutenção" – Revista Manutenção Nº96 – 1º trimestre de 2007

"Manual do Projectista para Moldes de Injecção de Plástico" – Centimfe - Centro Tecnológico da Industria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos. Capítulos 1,2,3,5 e 6. Janeiro 2003.

MONCHY F. "La fontion maintenance"- formation à la gestion de la maintenance industrielle. Masson, Paris 1991

PATTON JR., Joseph D., Preventive Maintenance, The International Society for Measurements and Control, USA, 1995

PEREIRA F., CANUTO R., The improvement of operation reliability in a process industry- Euromaintenance 2010, Conference proceedings pp 196-199, AIMAN, Milano, Italy 2010

SIQUEIRA K. de T. “Critérios para escolha de sistema de gerenciamento da manutenção” – Revista Manutenção Nº 57 - ABRAMAN Brasil – Março/Abril de 1996

SOURIS J.-P. “Manutenção Industrial – Custo ou Benefício?” – Lidel Edições Técnicas, Lisboa, 1992.

WIREMAN T.” Developing Performance Indicators for Managing Maintenance”. Industrial Press, Inc. New York, 1998

NORMAS PORTUGUESAS (Manutenção Industrial) Nº 13306:2007

Introdução à estatística – Margarida Pocinho.

“docentes.ismt.pt/~m\_pocinho/descritiva.pdf”,2002- 02/11/11

Manutenção Preditiva

qualidadeonline.wordpress.com/.../manutencao-preditiva-acompanhando-as-condicoes-dos-equipamentos – 02/11/11

Moldes e injeção Plásticos

[www.moldesinjecao plasticos.com.br/cadeiaproductiva.asp](http://www.moldesinjecao plasticos.com.br/cadeiaproductiva.asp) - 25/10/11

